



TUGAS AKHIR – TI 141501

**EVALUASI SISTEM PERGERAKAN TRUK PENGIRIMAN
BARANG CURAH KERING MENGGUNAKAN PENDEKATAN
SIMULASI DISKRIT
(STUDI KASUS : TERMINAL TELUK LAMONG SURABAYA)**

RIZKY GIAN PRATAMA

NRP. 02411440000092

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Budisantoso Wirjodirdjo, M.Eng.

NIP. 195503081979031001

Dosen Ko-Pembimbing

Effi Latiffianti, S.T., M.Sc.

NIP. 198304012014042001

DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2018



FINAL PROJECT – TI 141501

**EVALUATION OF TRUCKS DELIVERY MOVING SYSTEM
OF DRY BULK USING DISCRETE EVENT SIMULATION
APPROACH
(CASE STUDY : TELUK LAMONG PORT SURABAYA)**

RIZKY GIAN PRATAMA

NRP. 02411440000092

Supervisor

Prof. Dr. Ir. Budisantoso Wirjodirdjo, M.Eng.

NIP. 195503081979031001

Co-Supervisor

Effi Latiffianti, S.T., M.Sc.

NIP. 198304012014042001

INDUSTRIAL ENGINEERING DEPARTMENT

Faculty of Industrial Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2018

LEMBAR PENGESAHAN

**EVALUASI SISTEM PERGERAKAN TRUK PENGIRIMAN BARANG
CURAH KERING MENGGUNAKAN PENDEKATAN
SIMULASI DISKRIT
(STUDI KASUS : TERMINAL TELUK LAMONG SURABAYA)**

TUGAS AKHIR

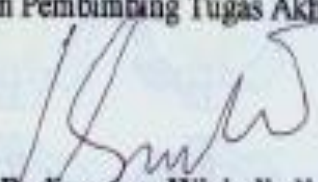
Diajukan untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Penulis:

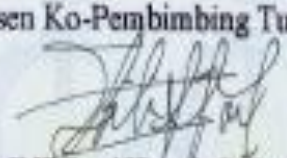
RIZKY GLAN PRATAMA

NRP. 02411440000002

**Mengetahui dan menyetujui,
Dosen Pembimbing Tugas Akhir**


Prof. Dr. Ir. Budisantoso Wiriodirdjo, M.Eng.
NIP. 195503081979031001

Dosen Ko-Pembimbing Tugas Akhir


Efi Latiffianti, S.T., M.Sc.
NIP. 19830401201401001



**EVALUASI SISTEM PERGERAKAN TRUK PENGIRIMAN
BARANG CURAH KERING MENGGUNAKAN PENDEKATAN
SIMULASI DISKRIT
(STUDI KASUS : TERMINAL TELUK LAMONG SURABAYA)**

Nam : Rizky Gian Pratama

NRP : 02411440000092

Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Budisantoso Wirjodirdjo, M.Eng.

Dosen Ko-Pembimbing : Effi Latiffianti, S.T., M.Sc.

ABSTRAK

Terminal Teluk Lamong merupakan *greenport* pertama yang ada di Indonesia dengan sistem operasional sudah terotomatisasi. Sebagai penyedia jasa bongkar curah kering, Terminal Teluk Lamong masih memiliki berbagai permasalahan operasional yang belum bisa diselesaikan sehingga dampak keberadaannya belum dirasakan oleh pihak pengguna pelabuhan. Permasalahan utama yang terjadi di terminal yaitu ketidaklancaran pergerakan truk pengiriman barang khususnya curah kering. Indikasi utama yang terlihat di lapangan diantaranya yaitu waktu pengiriman yang lama, banyaknya tumpukan truk, dan proses yang terjadi secara berulang-ulang sehingga memakan waktu lama. Penelitian ini akan melakukan evaluasi dan analisis pada permasalahan pergerakan truk pengiriman barang menggunakan pendekatan simulasi diskrit. Hasil *running* model simulasi menunjukkan adanya ketidaklancaran pergerakan truk disebabkan oleh jumlah truk belum optimal, banyaknya proses, dan pemuatan tidak merata pada *loading bay C*. Dari kondisi aktual yang ada, dirancang tiga skenario perbaikan yaitu pemerataan utilitas area pemuatan barang, *reprocess* sistem pengiriman barang curah kering, dan penetapan jumlah serta kapasitas truk. Skenario tersebut diukur dalam tiga *key performance indicator* yaitu waktu siklus, *service level*, dan waktu proses. Hasil perbaikan akhir menunjukkan peningkatan *service level* hingga 54% dari awalnya hanya 18%. Selain itu waktu siklus pengiriman barang ke masing-masing tujuan Margomulyo, Gresik, Surabaya, Sidoarjo dan Pasuruan berkurang secara rata-rata 5 – 27 jam.

Kata kunci : Truk, Curah Kering, Pengiriman, Simulasi Diskrit.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

**EVALUATION OF TRUCKS DELIVERY MOVING SYSTEM
OF DRY BULK USING DISCRETE EVENT
SIMULATION APPROACH
(CASE STUDY : TELUK LAMONG PORT SURABAYA)**

Name : Rizky Gian Pratama
NRP : 02411440000092
Supervisor : Prof. Dr. Ir. Budisantoso Wirjodirdjo, M.Eng.
Co Supervisor : Effi Latiffianti, S.T., M.Sc.

ABSTRACT

Teluk Lamong Port is the first green port in Indonesia with the an automated operational system. As a provider of dry bulk unloading services, Teluk Lamong port still has various operational problems that have not been resolved and the impact of its existence has not been felt by the port users. The main problems that occur in the port is the inefficiency of freight trucks movement especially those for dry bulk materials. The main symptoms in the field include the long delivery time, a large number of trucks queue, and the processes tha occur repeatedly. This research aims to evaluate and analyse the problem of freight truck movement using discrete event simulation approach. The result from experiment with thesimulation model shows that the problem is caused by several factors, i.e. insuffiecient number of trucks, variation in the involved processes, and unbalanced loading activity in bay C. Observation on the actual condition has resulted in three improvement scenarios.The first one includes the utility distribution of dry bulk facility, the second involves reprocessing of dry bulk delivery system, and the last is related to determination of the number and capacity of the trucks used in the system. Thos scenarios are measured using three key peformance indicators: cylce time, service level, and processing time. An improvement plan is then introduced, of which contributes to the increase in service level up to 54% from initially 18%. In addition, the cycle time delivery of dry bulk to each destination can bedecreased by an average of 5 – 27 hours.

Key Word : Truck, Dry Bulk, Delivery, Descrete Event Simulation (DES).

(halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis aturkan kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat-Nya Laporan Tugas Akhir ini diselesaikan tepat waktu. Sebagai syarat menyelesaikan Program Studi Strata-1 di Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Laporan Tugas Akhir ini membahas mengenai “Evaluasi Sistem Pergerakan Truk Pengiriman Barang Curah Kering Menggunakan Pendekatan Simulasi Diskrit Studi Kasus : Terminal Teluk Lamong Surabaya”

Selama pengerjaan tugas akhir, penulis tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Maka dari itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Budisantoso Wirjodjorjo, M.Eng. dan Effi Latiffianti, S.T., M.Sc., sebagai dosen pembimbing dan ko-pembimbing pada tugas akhir.
2. Ir. Dothi, M.Sc., Rumaji, S.E., M.Sc., dan Anang Jarudiandiko, S.T., selaku Manajemen Terminal Teluk Lamong dan Pak Wiji selaku Manajemen Nusa Prima Logistik yang telah membimbing dalam penyusunan laporan ini.
3. Prof. Ir. Budi Santosa, M.Sc., Ph.D., Nurhadi Siswanto, S.T., MSIE., Ph.D., dan Yudha Andrian Saputra, S.T., MBA., sebagai dosen penguji tugas akhir.
4. Kepala Departemen, Sekeretaris Departemen, Ketua Program Studi S1 Teknik Industri, serta para staf tenaga kependidikan di lingkungan Departemen Teknik Industri ITS
5. Orang tua dan keluarga besar penulis yang senantiasa mendampingi, mendoakan, dan memberikan dukungan dalam penyelesaian tugas akhir.
6. Teman-teman angkatan Teknik Industri ITS 2014, Fungsionaris dan Pengurus HMTI Heroes 2016/2017, Laboratorium *Quantitative Modelling and Industrial Policy Analysis*, serta kawan-kawan satu perjuangan dalam tugas akhir di Terminal Teluk Lamong Surabaya.
7. Semua pihak yang tidak bisa dituliskan satu persatu dan telah mendukung jalannya penyelesaian tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa dalam laporan tugas akhir ini terdapat berbagai kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari setiap pihak. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca. Akhir kata, penulis ucapkan terima kasih.

Surabaya, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	6
1.5.1 Batasan	6
1.5.2 Asumsi.....	6
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Sistem Pelabuhan	9
2.1.1 Aktivitas Layanan Bongkar Muat Pelabuhan.....	9
2.1.2 Manajemen Distribusi dan Transportasi	10
2.1.3 Penanganan Barang Curah Kering dan Proses Distribusinya	11
2.2 Permodelan Sistem.....	12
2.2.1 Sistem	12
2.2.2 Elemen-elemen Sistem	13
2.2.3 Variabel Sistem	14
2.3 Metode Simulasi.....	14
2.3.1 Kelebihan dan kekurangan Metode Simulasi.....	15
2.3.2 Tahap-Tahap Pelaksanaan Simulasi.....	16
2.3.3 Fitting Distribution	18
2.3.4 Replikasi.....	18
2.3.5 Verifikasi dan Validasi.....	19

2.4 Software Arena	19
2.6 Posisi Penelitian.....	21
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian	25
3.2 Tahap Pendahuluan.....	26
3.2.1 Studi Lapangan	26
3.2.2 Studi Literatur	27
3.2.3 Perumusan Masalah	27
3.2.4 Menetapkan Hipotesis Awal	27
3.2.5 Studi Sistem Distribusi	27
3.3 Tahap Pengumpulan Data.....	29
3.4 Tahap Pengolahan Data	30
3.5 Tahap Pembuatan Model	30
3.5.1. Model Konseptual	30
2.5.2 Model Simulasi	31
2.5.3 Replikasi	32
2.5.4 Validasi dan Verifikasi	32
3.6 Tahap Percobaan.....	33
3.6.1 Perancangan Skenario	33
3.6.2 Eksperimen	33
3.7 Tahap Analisis Skenario	34
3.8 Tahap Akhir.....	34
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	35
4.1 Identifikasi Sistem Pergerakan Truk.....	35
4.2 Pengumpulan Data	40
4.2.1. Data Struktural	41
4.2.2 Data Operasional.....	43
4.2.3 Data Numerik.....	46
4.3 Pengolahan Data	47
4.3.1 Fitting Distribution Data Waktu Antar Kedatangan Kapal SBM	47
4.3.2 Fitting Distribution Variable Jumlah Kedatangan Curah SBM	49
4.3.3 Rekap Pengolahan Data Input Analyzer	51
BAB 5 PERANCANGAN MODEL SIMULASI.....	55

5. 1 Model Konseptual	55
5.1.1 Sub Model Kedatangan Truk.....	56
5.1.2 Sub Model Kedatangan Curah Kering	58
5.1.3 Sub Model Pemuatan Curah.....	60
5.1.4 Sub Model Pengiriman Barang	61
5.2 Model Simulasi.....	63
5.2.1 Sub Model Kedatangan Truk.....	63
5.2.2 Sub Model Kedatangan Curah Kering	64
5.2.3 Sub Model Pemuatan Curah.....	67
5.2.4 Sub Model Pengiriman Barang	68
5.3 Verifikasi Model	69
5.4 Replikasi.....	70
5.5 Validasi.....	71
5.5. 1 Uji Dua Parameter Waktu Siklus Truk Pengiriman Soybean	72
5.5. 2 Uji Dua Parameter Waktu Siklus Truk Pengiriman SBM.....	73
5.5.3 Uji Dua Parameter Kapasitas Truk Pengangkut Jenis Soybean	75
5.5. 4 Uji Dua Parameter Kapasitas Truk Pengangkut Jenis SBM	76
BAB 6 EKSPERIMEN DAN ANALISIS.....	79
6.1 Evaluasi Sistem Pergerakan Truk Pengiriman Barang	79
6.2 Eksperimen.....	82
6.2.1 Kondisi Aktual.....	82
6.2.2 Perancangan Skenario	86
6.3 Analisis Skenario.....	88
6.3.1 Analisis Skenario Pemerataan Utilitas Stasiun Pemuatan Curah	88
6.3.2 Analisis Skenario Re-process Sistem Pengiriman Barang Curah	91
6.3.3 Analisis Skenario Penetapan Jumlah Truk dan Kapasitas.....	92
BAB 7 PENUTUP.....	95
7.1 Kesimpulan.....	95
7.2 Saran.....	96
Daftar Pustaka	97
LAMPIRAN	99

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Statistik Curah Kering Terminal Teluk Lamong Tahun 2017	3
Gambar 1. 2 Statistik Curah Kering Terminal Teluk Lamong Tahun 2016.....	3
Gambar 2. 1 Jenis <i>Dump Truck</i> Tronton	12
Gambar 2. 2 Aspek-Aspek Pengembangan Model.....	17
Gambar 2. 3 Tampilan Jendela Utama Software Arena	21
Gambar 3. 1 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	24
Gambar 3. 2 Lanjutan Diagram Alir Metodologi Penelitian	26
Gambar 3. 2 Aktivitas Kendaraan Angkut Distribusi Curah Kering.....	31
Gambar 3. 4 Model Konseptual Pengiriman Barang Curah Kering.....	31
Gambar 4. 1 <i>Fitting Distrubution</i> Data Waktu Antar Kedatangan Kapal	47
Gambar 4. 2 <i>Fitt All Summary</i> Waktu Antar Kedatangan Kapal SBM.....	48
Gambar 4. 3 <i>Fitting Distrubution</i> Data Waktu Antar Kedatangan Kapal Pilihan.	49
Gambar 4. 4 <i>Fitting Distribution</i> Variabel Jumlah Curah Kering Jenis SBM	50
Gambar 4. 5 <i>Fitt All Summary</i> Variabel Jumlah Curah Kering Jenis SBM	50
Gambar 5. 1 Kerangka model konseptual sistem pergerakan truk	55
Gambar 5. 2 <i>Logic Flow Diagram</i> Sub Model Kedatangan Truk	57
Gambar 5. 3 <i>Logic Flow Diagram</i> Sub Model Kedatangan Curah Kering	59
Gambar 5. 4 <i>Logic Flow Diagram</i> Sub Model Pemuatan Curah	60
Gambar 5. 5 <i>Logic Flow Diagram</i> Sub Model Pengiriman Curah.....	62
Gambar 5. 6 Sub Model Simulasi Kedatangan Truk	63
Gambar 5. 7 Sub Model Simulasi Kedatangan Curah Kering	66
Gambar 5. 8 Sub Model Simulasi Pemuatan Barang Curah.....	67
Gambar 5. 9 Sub Model Simulasi Pengiriman Barang.....	68
Gambar 5. 10 Hasil Verifikasi Syntax atau <i>debugging</i>	69
Gambar 6. 1 <i>Fishbone Diagram</i> Sistem Pengiriman Barang Curah Kering	80
Gambar 6. 2 Waktu Antrian Hasil <i>Running</i> Model Simulasi	85
Gambar 6. 3 Utilitas Sumber daya Hasil <i>Running</i> Model Simulasi	86
Gambar 6. 4 Utilitas Sumber Daya <i>Running</i> Skenario Perbaikan Pertama.....	88

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Posisi Penelitian.....	23
Tabel 3. 1 Elemen Sistem pada Proses Pengiriman Barang Curah Kering	28
Tabel 3. 2 Varibel-Variabel Sistem Pengiriman Barang Curah Kering	29
Tabel 4. 1 Entitas sistem pergerakan truk pengiriman barang curah kering	36
Tabel 4. 2 Daftar sumber daya yang digunakan dalam sistem pergerakan truk	36
Tabel 4. 3 Elemen Kontrol Sistem Pergerakan Truk.....	38
Tabel 4. 4 Klasifikasi Pengumpulan Data Penelitian	41
Tabel 4. 5 Data Struktural Truk.....	41
Tabel 4. 6 Data Struktural Gudang Pelabuhan	42
Tabel 4. 7 Data Struktural Tujuan Pengiriman.....	42
Tabel 4. 8 Data Operasional Truk	43
Tabel 4. 9 Data Operasional Gudang Pelabuhan.....	44
Tabel 4. 10 Data Numerik Sistem Pergerakan Truk Pengiriman Barang Curah...	46
Tabel 4. 11 Rekap Pengolahan Data <i>Input Analyzer</i>	51
Tabel 5. 1 Perbandingan Waktu Siklus Truk Pengiriman Barang Jenis Soybean .	72
Tabel 5. 2 Hasil Uji Student's t Data Waktu Siklus Pengiriman Barang Soybean	73
Tabel 5. 3 Perbandingan Waktu Siklus Truk Pengiriman Barang Jenis SBM	73
Tabel 5. 4 Hasil Uji Student's t Data Waktu Siklus Pengiriman Barang SBM.....	74
Tabel 5. 5 Perbandingan Kapasitas Truk Pengiriman Barang Jenis Soybean	75
Tabel 5. 6 Hasil Uji Student's t Data Kapasitas Truk Angkut Barang Soybean ...	75
Tabel 5. 7 Perbandingan Kapasitas Truk Pengiriman Barang Jenis SBM	76
Tabel 5. 8 Hasil Uji Student's t Data Kapasitas Truk Angkut Barang SBM	77
Tabel 6. 1 Output Simulasi waktu siklus pengiriman curah jenis Soybean	82
Tabel 6. 2 Output Simulasi waktu siklus pengiriman curah jenis SBM.....	83
Tabel 6. 3 <i>Service level</i> untuk pengiriman curah kering jenis Soybean	83
Tabel 6. 4 <i>Service level</i> untuk pengiriman curah kering jenis SBM	84
Tabel 6.5 <i>Service level</i> Pengiriman Soybean Skenario Perbaikan Pertama	89
Tabel 6. 6 <i>Service level</i> Pengiriman SBM Skenario Perbaikan Pertama.....	89
Tabel 6. 7 Waktu Siklus Pengiriman Curah Soybean Hasil Perbaikan Pertama...	90

Tabel 6. 8 Waktu Siklus Pengiriman Curah SBM Hasil Perbaikan Pertama.....	90
Tabel 6. 9 <i>Service level</i> pengiriman curah Soybean Skenario Perbaikan Kedua..	91
Tabel 6. 10 <i>Service level</i> pengiriman curah SBM Skenario Perbaikan Kedua	91
Tabel 6. 11 Rekap Hasil Skenario Penetapan Jumlah dan Kapasitas Truk.....	92

BAB 1

PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang permasalahan sebagai dasar dalam melaksanakan penelitian serta alasan dari perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, ruang lingkup serta sistematika penulisan laporan penelitian.

1.1 Latar Belakang

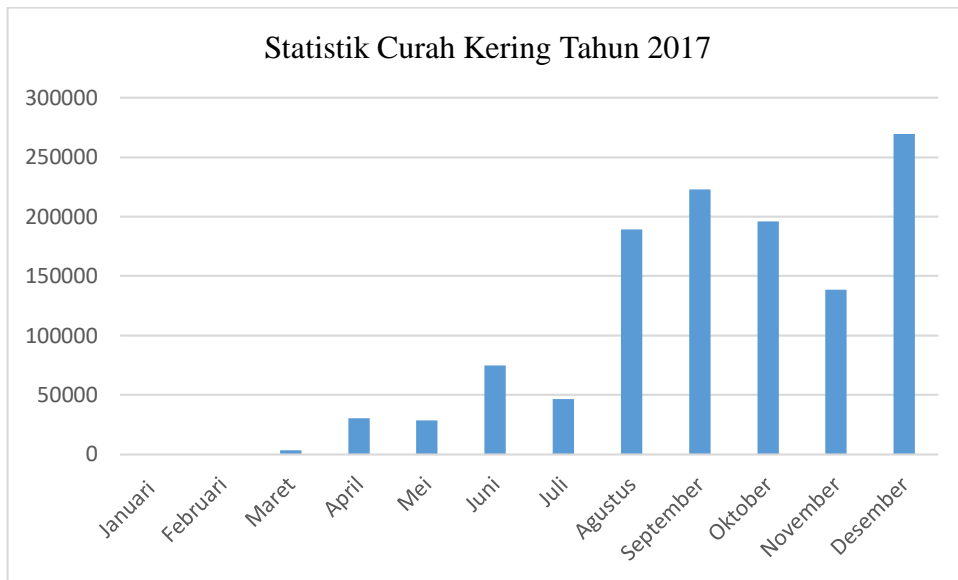
Sebagai negara maritim, Indonesia memiliki garis pantai terpanjang kedua di dunia setelah Kanada. Panjang pantai Indonesia mencapai 99.093 km yang terbentang dari Sabang sampai Merauke (Badan Informasi Geospasial, 2015). Sepanjang itu terdapat potensi untuk pendirian pelabuhan dan pengelolaannya dalam rangka meningkatkan layanan logistik laut Indonesia. Berbagai kebijakan telah diterapkan pemerintah, salah satunya dalam Peraturan Presiden Nomor 26 Tahun 2012 tentang Cetak Biru Pengembangan Sistem Logistik Nasional, Surabaya menjadi salah satu pelabuhan *hub* di Indonesia. Hal itu memperlihatkan bahwa Surabaya menjadi salah satu pusat jasa pelabuhan dan transportasi laut sebagai kunci strategis pembangunan maritim Indonesia.

Upaya peningkatan layanan bongkar muat juga terus dilakukan. PT Pelabuhan Indonesia (Pelindo) III sebagai pengelola pelabuhan Indonesia Wilayah Timur. Salah satu upaya yang dilakukan yaitu membangun anak perusahaan baru, Terminal Teluk Lamong yang diresmikan pada tahun 2015 lalu (Humas Teluk Lamong, 2015). Terminal yang dibangun di daerah Osowilangun ini terletak strategis berdekatan dengan Daerah Industri Gresik dan akses menuju pintu tol yang dekat dapat menjangkau area distribusi lainnya di Jawa timur. Selain itu, wilayah Osowilangun yang masih belum padat juga dapat dijadikan gudang penyimpanan sementara demi kelancaran proses pengiriman barang. Secara umum PT Teluk Lamong dibangun untuk membantu aliran bongkar muat barang pada Terminal Petikemas Surabaya serta bergerak di bidang usaha peti kemas dan curah kering (Humas Teluk Lamong, 2015).

Saat ini Teluk Lamong menjadi *green port* pertama di Indonesia dengan sistem operasional terotomatisasi. Setiap aktivitas pelabuhan dan proses bongkar muat barang (*stavedoring*, *cargodoring*, dan *receiving/delivery*) sudah berjalan secara semi otomasi dengan bantuan sistem penunjang lainnya. Peti kemas dan curah kering yang menjadi komoditi layanan bongkar muat Teluk Lamong sejauh ini belum teroptimalkan dengan baik. Hal itu disebabkan belum optimalnya kinerja Teluk Lamong karena sistem logistik yang belum terpadu. Dampak utama yang bisa dilihat yaitu biaya logistik yang masih tinggi walaupun sistem operasional yang diterapkan sudah terotomasi (Desfika, 2015). Dengan demikian perlu adanya perbaikan kinerja logistik dari Teluk Lamong secara keseluruhan.

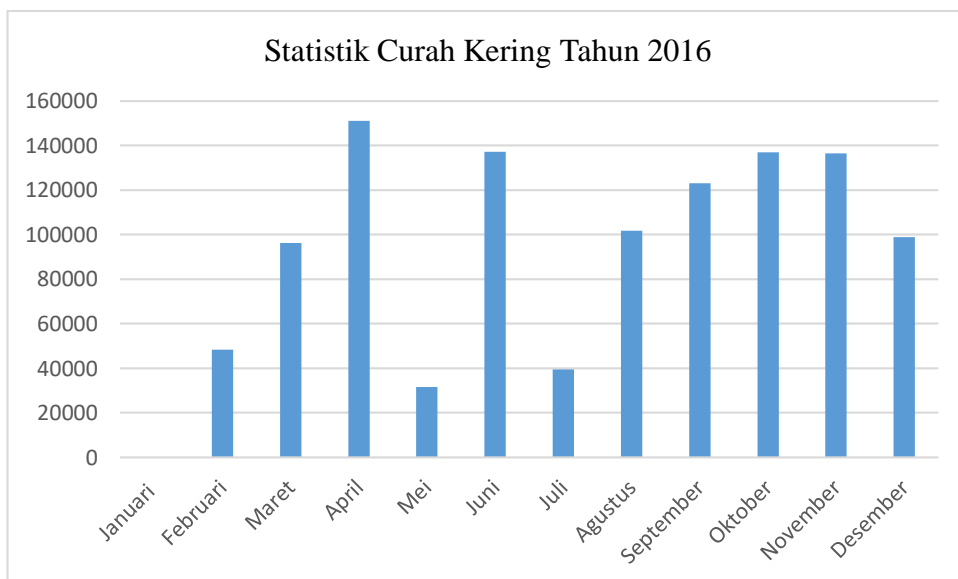
Begitupun dengan proses bongkar muat curah kering yang dimulai sejak Desember 2015 lalu belum menunjukkan peningkatan signifikan (Humas Teluk Lamong, 2015). Produk yang digolongkan curah kering dalam hal ini yaitu makanan, pertanian, dan biji-bijian (*food and feed grain*). Barang-barang tersebut ditargetkan dapat menampung 5.000.000 ton curah kering (Amenan, 2015). Fasilitas bongkar muat yang dibangun yaitu dermaga sepanjang 250 meter, dua unit *grab ship unloader*, serta konveyor yang menghubungkan dermaga dan penyimpanan. Fasilitas penunjang lainnya juga telah tersedia dengan baik yaitu berupa sembilan unit silo, dan tiga unit *flat storage* yang dapat menampung 200.000 ton curah kering (Humas Teluk Lamong, 2015). Namun kondisi di lapangan menunjukkan sebaliknya, utilitas penyimpanan yang tidak terpakai secara optimal tetapi masih ada penumpukan barang-barang pada silo dan lapangan penyimpanan.

Data statistik internal perusahaan juga menunjukkan belum ada stabilitas kapasitas bongkar muat terutama tahun 2016 hingga pertengahan 2017. Secara lengkap kinerja teluk lamong dua tahun terakhir dapat terlihat pada Gambar 1.1 Statistik Curah Kering Terminal Teluk Lamong Tahun 2017.



Gambar 1. 1 Statistik Curah Kering Terminal Teluk Lamong Tahun 2017
(sumber : Humas Teluk Lamong, 2017)

Semester pertama tahun 2017 memperlihatkan kinerja yang sangat buruk, dimana hanya mencapai kapasitas terbesar pada Juni 2017 yaitu 74.889 ton dan mencapai titik terendah diawal tahun, Januari 2017 sebesar 36.110 ton. Semester berikutnya menunjukkan perkembangan cukup signifikan dimulai dari Agustus 2017 sebesar 189.250 ton dan terbesar pada Desember 2017 sebesar 269.716 ton.



Gambar 1. 2 Statistik Curah Kering Terminal Teluk Lamong Tahun 2016
(sumber : Humas Teluk Lamong, 2017)

Statistik tahun 2016 cenderung menunjukkan tingkat bongkar muat yang stabil meskipun secara kapasitas keseluruhan hanya mencapai titik 150.000 ton. Pada Februari 2016 yaitu pada angka 48.365 ton dan terus naik hingga April 2016 sebesar 151.062 ton. Setelahnya cenderung fluktuatif hingga penutupan tahun 2016, Desember berada pada angka 98.943 ton. Dengan demikian terlihat jelas bahwa fasilitas yang dibangun belum dapat dioptimalkan dengan baik.

Proses bongkar muat curah kering, terutama pada *delivery* tidak dipegang langsung oleh PT Teluk Lamong, melainkan diserahkan pada *third party logistic* yaitu PT Nusa Prima Logistik (NPL). Perusahaan yang merupakan konsorsium dari tiga perusahaan yakni PT FKS Multiargo, PT Charoen-Pokphand Indonesia, dan PT Japfa Comfeed Indonesia. Begerak dalam penanganan barang curah kering di Teluk Lamong mulai dari proses penyimpanan di silo hingga terkirim ke konsumen atau poses distribusi barang (Humas Teluk Lamong, 2015).

Kondisi dimana penyediaan truk dan alat angkut diserahkan pada pihak penyedia jasa transportasi membuat pengaturan pengiriman terkendala. Dengan tidak adanya regulasi pengiriman barang, banyak terjadi penumpukan-penumpukan truk menuju pintu masuk Terminal Teluk Lamong. Penumpukan tersebut terjadi karena perilaku supir truk yang memilih waktu kedatangan saat tingkat kemacetan kecil sehingga adanya penumpukan pada jam-jam tertentu.

Proses pengiriman tidak hanya berdasarkan kedatangan barang tetapi juga ditentukan oleh faktor-faktor lain yang mempengaruhi siklus truk, jadwal kedatangan, dan antrean yang terjadi di pintu gerbang terminal. Beberapa faktor yang mempengaruhi pengiriman barang curah kering yaitu diantaranya jarak terminal dengan tujuan pengiriman, kapasitas truk, akses jalan dan beberapa faktor kondisi *uncontrol variable* seperti cuaca, kerusakan kendaraan, dan lainnya. Faktor-faktor tersebut belum jadi perhatian khusus dari pengelola pengiriman curah kering yaitu PT Nusa Prima Logistik. Kondisi tersebut menyebabkan belum adanya regulasi operasional untuk mengatur proses distribusi curah kering di Terminal Teluk Lamong.

Dari latar belakang tersebut, penelitian yang akan diangkat yaitu mengenai proses pengiriman curah kering untuk mengoptimalkan jumlah truk dan mengurangi waktu siklus pengiriman. Pendekatan yang digunakan yaitu

permodelan simulasi diskrit untuk kedatangan truk dengan mengoptimalkan jumlah dan kapasitas truk yang harus disediakan. Dengan demikian pergerakan truk pengiriman barang curah kering dapat berjalan dengan lancar.

1.2 Rumusan Masalah

Proses pengiriman curah kering pada pelabuhan Teluk Lamong yang masih belum terkelola dengan baik menjadi permasalahan utama pada penelitian ini. Secara spesifik rumusan masalah yang diangkat yaitu pengembangan model simulasi diskrit untuk mengevaluasi sistem pergerakan truk pada pengiriman barang curah kering dalam rangka meningkatkan *service level* dan pengurangan waktu siklus truk.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan untuk mengevaluasi pergerakan truk pengiriman barang curah kering. Beberapa tujuan khusus yang ingin dicapai dalam laporan ini yaitu sebagai berikut:

1. Merancang model simulasi untuk mengetahui siklus waktu truk yang akan melakukan *delivery* ke setiap tujuan pengirimannya.
2. Merumuskan skenario perbaikan untuk mengurangi waktu proses dalam sistem pergerakan truk pengiriman barang curah kering.
3. Menentukan jumlah dan kapasitas truk yang harus tersedia untuk distribusi curah kering ke masing-masing tujuan pengiriman.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat yang dapat diberikan dalam penelitian ini yaitu diantaranya:

1. Memberi rekomendasi perbaikan pada Terminal Teluk Lamong dan Nusa Prima Logistik.
2. Mengetahui akar permasalahan pada sistem pengiriman barang curah kering.
3. Menambah wawasan dan pengetahuan mengenai bisnis pelabuhan dan segala aktivitas terutama untuk pengiriman barang.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

1.5.1 Batasan

- a. Objek amatan yaitu barang curah kering khususnya aktivitas pengeluaran barang dan pengiriman menuju konsumen.
- b. Lokasi pengiriman dikelompokkan menjadi lima area regional tujuan yaitu Margomulyo, Surabaya, Gresik, Sidoarjo dan Pasuruan.

1.5.2 Asumsi

- a. Tidak adanya gangguan alam ataupun kecelakaan dalam perjalanan truk menuju lokasi tujuan.
- b. Proses pembongkaran barang di gudang tujuan memiliki *time windows* 24 jam dengan waktu bongkar sama setiap gudangnya.
- c. Beberapa data bersumber dari subjektivitas ekspertise atau *expert adjustment* dari manajer operasional NPL.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan Tugas Akhir ini terdiri atas tujuh bab dan berikut sistematika penulisan yang digunakan :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang masalah yang menjadi dasar dilakukannya penelitian, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian yang akan dicapai dalam penelitian ini serta ruang lingkup yang berisi batasan dan asumsi yang digunakan dalam penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan penjelasan mengenai teori-teori yang digunakan sebagai dasar bagi penulis dalam melakukan Tugas Akhir ini. Teori-teori yang digunakan antara lain berasal dari sumber seperti buku, jurnal, materi kuliah, artikel, dan lainnya.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan langkah-langkah penelitian yang mengacu pada tahap ilmiah sebagai landasan supaya proses penelitian berjalan sistematis, terstruktur,

dan terarah. Metodologi penelitian ini meliputi tahapan-tahapan proses penelitian atau urutan langkah yang harus dilakukan dalam menjalankan penelitian.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini menjelaskan tentang data yang akan digunakan untuk input model simulasi. Data yang digunakan yaitu berupa data primer dan data sekunder. Bab ini juga menjelaskan mengenai indentifikasi sistem pergerakan truk pengiriman curah kering.

BAB V PERANCANGAN MODEL SIMULASI

Bab ini dimulai dari model konseptual untuk melihat proses yang ada secara logis. Selanjutnya diterjemahkan dalam model simulasi menggunakan *software* Arena. Kemudian dilanjutkan dengan proses verifikasi, replikasi dan validasi untuk melihat kesesuaian model dengan permasalahan ril yang ada.

BAB VI EKSPERIMEN DAN ANALISIS

Bab ini diawali dengan evaluasi sistem pergerakan truk sebagai dugaan permasalahan sistem, kemudian dilakukan eksperimen dan analisis hasil skenario dari model yang telah dibuat dan mencari skenario terbaik yang bisa diterapkan.

BAB VII PENUTUP

Bab penutup berisi kesimpulan yang menjawab tujuan penelitian dan dilengkapi dengan saran terhadap pengerjaan dan analisis dari hasil penelitian. Saran tersebut dapat ditujukan pada perusahaan, hasil penelitian ataupun penelitian berikutnya.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dipaparkan beberapa sumber informasi dan dasar keilmuan yang digunakan untuk menyusun laporan Tugas Akhir ini. Tinjauan pustaka meliputi sistem pelabuhan, permodelan sistem, metode simulasi, *software* ARENA dan posisi penelitian ini terhadap penelitian di area yang sejenis.

2.1 Sistem Pelabuhan

Menurut Undang-Undang nomor 17 tahun 2008 tentang pelayaran, pada pasal 31 ayat 2 dijelaskan bahwa salah satu usaha jasa yang bisa dilakukan yaitu bongkar muat barang pada pelabuhan. Jenis barang yang biasanya jadi komoditas bongkar muat yaitu peti kemas, curah cair, dan curah kering. Pelabuhan dengan jasa bongkar muat tentunya memiliki sistem logistik sendiri dengan aturan dan proses bisnis tertentu.

Berikut penjelasan mengenai aktivitas layanan bongkar muat pelabuhan, manajemen distribusi dan transportasi serta penjelasan khusus mengenai penanganan barang curah kering beserta proses distribusinya.

2.1.1 Aktivitas Layanan Bongkar Muat Pelabuhan

Dalam bongkar muat barang yang melalui proses penimbunan, terdapat beberapa aktivitas logistik dari dermaga hingga sampai ke tangan konsumen. Aktivitas tersebut dibagi dalam tiga klasifikasi besar yaitu sebagai berikut (Gurning & Budiyo, 2007) :

- a. *Stevedoring* yaitu pekerjaan membongkar dari dek atau kapal ke dermaga dan tongkang serta memuat ke dalam dek atau palka menggunakan derek kapal ataupun darat.
- b. *Cargodoring* yaitu pekerjaan mengeluarkan barang dari kapal ke atas dermaga, mengangkat dari dermaga untuk diangkut dan kemudian disusun ke gudang terminal ataupun lapangan penumpukan sementara. Begitupun sebaliknya untuk proses memuat mulai dari pengangkutan dari gudang atau lapangan penumpukan ke wilayah dermaga.

c. *Receiving/Delivery* yaitu pekerjaan mengambil dari timbunan untuk kemudian dimuat pada truk dan dikirimkan ke tangan konsumen. Dengan kata lain pekerjaan memindahkan barang dari timbunan atau tempat penumpukan di gudang atau lapangan penumpukan dan menyerahkan sampai tersusun diatas kendaraan pintu gudang dan sebaliknya (Kementerian Perhubungan, 2008).

Adanya proses penimbunan tersebut agar memudahkan proses pembongkaran di pelabuhan untuk stabilitas kapal terutama penyusunan berat muatan dalam palka. Pada proses pembongkaran juga untuk kelancaran pengiriman barang ke konsumen karena keterbatasan sumber daya dalam melakukan proses distribusi barang (Gurning & Budiyanto, 2007).

2.1.2 Manajemen Distribusi dan Transportasi

Distribusi menjadi suatu bagian penting dalam proses bisnis perusahaan. Meskipun tidak ada nilai tambah terhadap sebuah produk tetapi ketika distribusi tidak baik, maka produk tidak akan sampai ke tangan konsumen sesuai ekspektasi mereka. Selain itu, beban biaya distribusi menyumbang 24% pada harga produk yang ditawarkan ke konsumen (Suryarandika, 2017). Dengan demikian perusahaan harus menjadikan permasalahan distribusi sebagai salah satu strategi yang bisa dijadikan keunggulan dibanding dengan kompetitornya.

Distribusi dan transportasi merupakan dua hal yang erat kaitannya satu sama lain dalam permasalahan logistik. Menurut Pujawan (2010), manajemen distribusi dan transportasi yaitu pengelolaan terhadap aktivitas pergerakan produk dari satu lokasi ke lokasi lain dalam sebuah jaringan. Pengiriman dengan bentuk jaringan tersebut yaitu berupa rute pengiriman yang tersebar di wilayah tujuan pengiriman. Begitupun dengan transportasi yang akan ditentukan oleh tujuan pengiriman dan kuantitas pengiriman yang akan dilakukan. Dengan begitu penyelesaian masalah distribusi tidak hanya masalah rute, tetapi erat kaitannya dengan persoalan transportasi.

Secara umum kegiatan distribusi dan transportasi itu meliputi beberapa hal yaitu sebagai berikut.

1. Melakukan segmentasi dan penetapan target *service level*
2. Menentukan moda transportasi sesuai dengan kapasitasnya
3. Melakukan penjadwalan dan penentuan rute

4. Menyimpan persediaan
5. Melakukan konsolidasi informasi dan pengiriman

Penentuan transportasi untuk proses distribusi juga terdapat beberapa jenis keputusan yang bisa dipilih. Penyediaan transportasi untuk distribusi tidak hanya berupa wewenang dari perusahaan manufaktur atau jasa, tetapi juga ada sistem lain seperti penyediaan truk dilakukan oleh konsumen, atau pelimpahan jasa kepada pihak *third party logistic*. Dalam sistem pergerakan transportasi yang digunakan dapat diklasifikasikan menjadi *dedicated routing* dan *non-dedicated routing*.

a. *Dedicated routing*

Dedicated routing yaitu strategi pemilihan satu kendaraan angkut untuk satu tujuan pengiriman. Setelah truk sampai ke tujuan akan kembali ke titik awal untuk melakukan pengiriman kembali ke tujuan yang telah ditentukan. Jenis *dedicated routing* secara *service level* akan lebih tinggi namun secara biaya dan efisiensi rute tidak optimal untuk dijalankan. Kondisi tersebut ketika transportasi menjadi wewenang dari pihak perusahaan, namun saat keputusan transportasi disediakan oleh pihak lain kondisi tersebut tidak berlaku karena bukan menjadi pertimbangan pihak manajemen perusahaan.

b. *Non-dedicated routing*

Berbeda dengan *dedicated routing*, strategi ini lebih melihat pada tujuan efisiensi proses distribusi yang dilakukan. Dalam strategi ini satu truk bisa ke beberapa titik tujuan yang dirancang dari awal. Perancangan tersebut meliputi rute yang akan ditempuh, berapa titik tujuan untuk satu kali pengiriman, kapasitas truk yang akan digunakan, serta *demand* masing-masing titik pengiriman. Strategi ini layak digunakan untuk jenis pengiriman yang dilakukan langsung oleh perusahaan hingga barang sampai ke tangan konsumen.

2.1.3 Penanganan Barang Curah Kering dan Proses Distribusinya

Barang curah kering adalah barang yang berupa butiran padat atau berbentuk biji-bijian seperti batubara, biji besi, palawija, tepung, biji-bijian dan sejenisnya (Hidayat, 2016). Secara umum proses bongkar muat curah kering hampir sama dengan barang umum atau kontainer. Menurut (Gurning & Budiyanto, 2007) perbedaan mendasar yaitu pada sumber daya yang dibutuhkan karena adanya bongkar muat palka setiap kapal yang berlabuh di pelabuhan. Aktivitas bongkar

muat curah kering mempertimbangkan efisiensi waktu, adanya pilihan untuk melakukan penyimpanan atau *truck lossing*. Penentuan tersebut akan berpengaruh langsung pada pengeluaran biaya yang terakumulasi dalam setiap proses *stevedoring*, *cargodoring*, dan *receiving/delivery*.

Pengiriman barang curah kering tidak jauh berbeda dengan pengiriman jenis barang umum atau kontainer. Pengiriman melalui jalur darat sama-sama menggunakan angkutan *industrial truck* namun memiliki sedikit perbedaan pada jenis truknya. Pada pengangkutan kontainer menggunakan jenis truk trailer, namun untuk pengangkutan barang curah kering menggunakan jenis truk tronton atau lebih dikenal dengan istilah *dump truck*. Truk jenis tronton memiliki ukuran yang lebih besar dengan daya angkut atau kapasitas angkut yang tinggi.



Gambar 2. 1 Jenis *Dump Truck* Tronton
(sumber : www.hino.co.id, 2018)

2.2 Permodelan Sistem

2.2.1 Sistem

Sistem merupakan sekelompok komponen yang saling berinteraksi satu sama lain untuk mencapai suatu tujuan. Sebuah sistem dicirikan dengan input yang akan di proses dan kemudian menghasilkan sebuah output. Menurut (Siswanto, Latiffianti, & Wiratno, 2018) sebuah sistem terdiri atas tiga sifat yaitu memiliki suatu tujuan, memiliki lebih dari satu komponen dengan peran masing-masing, dan adanya interaksi antar komponen. Contoh dari sistem sangat banyak dalam kehidupan nyata yaitu diantaranya sistem pencernaan, sistem transportasi, sistem manufaktur dan lain-lainnya.

Sedangkan model yaitu deskripsi atau analogi yang digunakan untuk membantu visualisasi sebuah keadaan yang tidak bisa secara langsung diamati (Daellenbach & McNickle, 2005). Dari dua pengertian di atas disimpulkan bahwa permodelan sistem yaitu representatif dari setiap elemen-elemen yang ada dalam sistem yang digunakan untuk membantu dalam penyelesaian masalah atau untuk mencapai tujuan dari sistem tersebut.

2.2.2 Elemen-elemen Sistem

Dalam mengidentifikasi komponen dari sistem, maka dikelompokkan menjadi beberapa elemen sistem yaitu entitas, aktivitas, sumber daya, dan kontrol.

a. Entitas

Entitas adalah objek yang dinamis dimana akan dijadikan input dalam sebuah sistem. Contohnya pada rumah sakit, entitas utama sistem adalah pasien sebagai objek pelayanan kesehatan.

b. Aktivitas

Semua apa yang dilakukan oleh subjek dalam sebuah sistem baik dari input, proses, hingga output. Namun pada umumnya aktivitas berjalan saat proses sebuah sistem berjalan. Aktivitas dikenakan pada entitas yang menjadi input untuk kemudian melakukan berbagai hal sehingga didapatkan hasil output sistem. Contoh dalam sistem pencernaan, aktivitas yang ada yaitu diantaranya pengunyahan makanan, peremasan di lambung, menyerapan di usus, dan lain sebagainya.

c. Sumber daya

Sumber daya merupakan subjek sistem ataupun berupa fasilitas yang membantu proses jalannya sistem. Sebagai salah satu entitas proses selain pendukung sistem, sumber daya juga bisa menjadi batasan dari proses jalannya sistem. Contoh klasifikasi sumber daya :

- Manusia atau *animate* yaitu berupa operator, karyawan, dokter dan lainnya.
- *Inanimate* yaitu berupa peralatan, alat bantu, ruangan dan lainnya.
- *Intangible* yaitu berupa informasi, petunjuk, dan lainnya.

d. Kontrol

Kontrol merupakan salah satu elemen sistem yang berperan sebagai pengendali jalannya sistem sehingga dapat mempengaruhi proses ataupun hasil dari

sistem tersebut. Menurut (Siswanto, Latiffianti, & Wiratno, 2018) pada sebuah sistem, kontrol berperan dalam mengatur bagaimana, kapan dan dimana aktivitas dijalankan.

2.2.3 Variabel Sistem

Selain pendalaman terhadap elemen sistem, diperlukan juga pemahaman terhadap hubungannya satu sama lain. Hubungan tersebut dapat digambarkan dalam variabel-variabel sistem yaitu variabel keputusan, variabel respon, dan variabel status.

a. Variable Keputusan

Dalam percobaan atau eksperimen yang dijalankan, variabel keputusan termasuk salah satu variabel independen. Variabel independen dapat berupa variabel terkontrol atau variabel tidak dapat dikontrol. Perubahan nilai dari variabel keputusan ini mempengaruhi perilaku sistem dan variabel respon.

b. Variabel Respon

Sering disebut juga dengan istilah peformansi atau variabel *output*, variabel respon sebagai pengukur kinerja sistem sesuai dengan variabel keputusan yang telah ditetapkan. Variabel respon melihat apakah terdapat perubahan terhadap kondisi sistem sesudah dilakukan eksperimen atau percobaan.

c. Variabel Status

Variabel status merupakan variabel yang dependen atau bergantung pada variabel keputusan yang telah ditetapkan. Variabel menunjukkan keadaan sistem pada beberapa waktu secara spesifik dan detail.

2.3 Metode Simulasi

Simulasi adalah suatu imitasi atau tiruan dari sistem dinamik dengan menggunakan komputer dalam proses evaluasi dan perbaikan kinerja sebuah sistem (Harrel, Ghosh, & Bowden, 2004). Definisi lain menunjukkan bahwa simulasi adalah proses membangun model matematis dan logis dalam penyelesaian masalah dan melakukan percobaan pada model yang telah dibangun (Evans & Olson, 2002). Dua definisi tersebut menunjukkan bahwa ada dua elemen pokok dalam metode simulasi yaitu model dan percobaan.

Metode pendekatan simulasi digunakan untuk perbaikan dan evaluasi sistem secara cepat dalam jumlah data yang banyak. Meskipun secara hasil belum tentu seoptimal ketika menggunakan metode eksak atau pendekatan optimasi lain, hasil dari simulasi secara berulang-ulang akan menemukan solusi global yang mendekati optimal.

2.3.1 Kelebihan dan kekurangan Metode Simulasi

Simulasi memiliki kelebihan dan kekurangan dalam proses model ataupun output hasil yang didapat. Kelebihan ataupun kekurangan tersebut menjadi pertimbangan pengambilan keputusan dalam memilih metode pendekatan dari simulasi. Selain itu dapat menjadi pertimbangan tersendiri bagi pemanfaat hasil simulasi untuk mencari pendekatan lain untuk mengurangi kekurangan yang ada.

Adapun bebarapan kelebihan dari metode simulasi yaitu diantaranya :

- Mampu membuat model pendekatan yang memperhatikan ketergantungan antar elemen sistem yang tidak bisa diselesaikan dengan pendekatan analitis.
- Fleksibel dalam berbagai jenis permasalahan meskipun bukan satu-satunya metode yang bisa digunakan.
- Menawarkan penghematan waktu dan biaya terutama permasalahan skala besar.
- Menyediakan banyak informasi dalam tampilan simulasi dimana tidak hanya satu ukuran kinerja sistem tetapi juga dapat menampilkan banyak sisi penilaian peformansi.
- Dapat menunjukkan perilaku sistem dari waktu ke waktu.
- Hasil dari skenario simulasi dapat dilihat secara visual sehingga mudah untuk melakukan analisis dan membayangkan keputusan yang akan diambil dengan mempertimbangkan indikator .

Seperti metode lainnya, simulasi juga memiliki beberapa kekurangan dibalik kelebihan-kelebihan yang dimiliki. Kekurangan tersebut diantaranya yaitu hasil simulasi hanya penghampiran hasil optimal dalam bentuk estimasi, membutuhkan yang besar sehingga ketika data tergolong primer maka dibutuhkan waktu lama dalam pengumpulannya, dan perlunya waktu tersendiri dalam percobaan-percobaan yang dilakukan (Evans & Olson, 2002).

2.3.2 Tahap-Tahap Pelaksanaan Simulasi

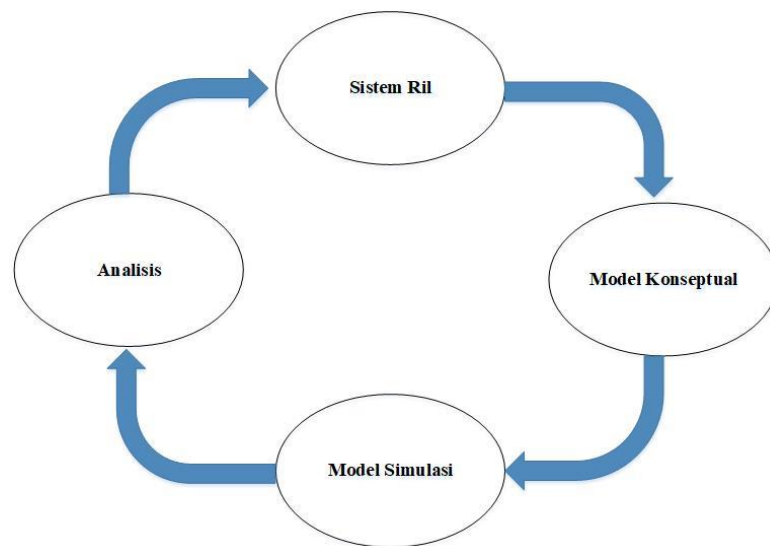
Secara umum pelaksanaan simulasi dimulai dari melihat sistem nyata untuk kemudian dibuatkan model yang representatis sehingga pendekatan permasalahan dapat diselesaikan. Menurut (Harrel, Ghosh, & Bowden, 2004), Simulasi terdiri atas empat tahap yaitu perumusan hipotesis, pengembangan model simulasi, eksperimen dan pengujian hipotesis. Masing-masing tahap berhubungan langsung secara sekuensial satu sama lain. Tahap tersebut tidak selalu menjadi bentuk urutan baku dalam proses simulasi, namun secara umum tetap berlaku dan digunakan. Berikut proses simulasi dengan 4 tahap yang akan dilalui :

- Perumusan hipotesis

Langkah ini menjadi salah satu tahap pembuatan simulasi dengan penetapan variabel keputusan yang akan diambil. Hipotesis juga sering dikaitkan dengan pembuatan skenario kebijakan yang akan diambil. Skenario ini menjadi alternatif pengambil keputusan untuk melihat pengaruh atau respon yang diberikan terhadap variabel keputusan yang telah ditetapkan. Dengan demikian tahap ini menjadi fase penting pada pembuatan simulasi dalam rangka memahami dan menyelesaikan permasalahan nyata yang ada.

- Pengembangan model simulasi

Model simulasi digunakan dalam menggambarkan alur kegiatan atau proses bisnis sebuah perusahaan. Kunci pengembangan model terdiri atas empat aspek yaitu permasalahan nyata yang dijadikan objek, model konseptual, model komputer, dan pemahaman yang dihasilkan (Siswanto, Latiffianti, & Wiratno, 2018). Hubungan keempat aspek ini tergambar dalam ilustrasi Gambar 2.2 Aspek-Aspek Pengembangan Model.



Gambar 2. 2 Aspek-Aspek Pengembangan Model

Pada Gambar 2.2 di atas terlihat bahwa suatu model dimulai dari permasalahan ril yang ada. Model konseptual merupakan langkah setelah melihat permasalahan ril untuk menyederhanakan seluruh yang diperoleh dalam pengumpulan data, disusun secara sistematis untuk memahami konsep sistem yang diamati. Model konseptual digambarkan dalam bentuk daftar komponen, diagram aliran yang logis, dan lain-lainya. Kemudian dibentuk dalam model komputer untuk kemudian dilakukan eksperimen dari skenario yang telah dibentuk. Bentuk model merupakan pengembangan dari model konseptual dan sesuai dengan *software* yang digunakan.

- Melakukan eksperimen

Eksperimen atau percobaan dalam simulasi merupakan kegiatan dalam menguji model simulasi. Pada eksperimen ini akan diuji skenario-skenario yang telah ditetapkan sebelumnya. Hasil output dari eksperimen tersebut berupa perubahan indikator peformansi dari kondisi awal.

- Menguji hipotesis dan penarikan kesimpulan

Hasil akhir dari proses simulasi yaitu output pengujian hipotesis awal yang telah dirancang. Jika hipotesis awal sesuai dengan hasil simulasi, maka proses simulasi yang dijalankan dapat menghasilkan penyelesaian meskipun belum tentu memberi hasil optimal. Sedangkan kondisi sebaliknya, ketika hipotesis awal tidak sesuai maka harus ada revisi hipotesis. Revisi tersebut dilakukan dalam bentuk

perubahan kuantitas dari entitas sistem, penambahan skenario, pergantian total skenario, dan lain-lainnya.

2.3.3 *Fitting Distribution*

Data numerik yang ada harus diuji terlebih dahulu untuk melihat interdependensi dari setiap data dan korelasi diantaranya. Menurut (Harrel, Ghosh, & Bowden, 2004) Ada tiga cara dalam melakukan *fitting distribution* yaitu data yang sama dengan data *history* ril, menggunakan distribusi empiris sesuai dengan karakter data, dan distribusi teoritis yang sesuai dengan karakter data.

2.3.4 *Replikasi*

Dalam metode simulasi yang memiliki jumlah data dalam jumlah besar, maka pengulangan percobaan memungkinkan untuk terjadi. Selain jumlah data atau entitas data yang besar, faktor penting kenapa harus dilakukan replikasi yaitu input simulasi yang random. Dengan adanya faktor-faktor tersebut, replikasi sebagai bentuk usaha dalam percobaan sejumlah n kali sehingga membentuk rentang estimasi. Menurut (Siswanto, Latiffianti, & Wiratno, 2018) untuk mendapat estimasi pada interval yang dapat diterima, maka harus ditentukan sedemikian rupa.

Untuk mengetahui jumlah replikasi yang dibutuhkan, maka menggunakan pendekatan *half-width* (hw). *Half-width* digunakan untuk menentukan rentang estimasi dalam model simulasi yang dirancang. Sebagaimana estimasi secara umum, nilai terbaik yaitu rentang terpendek dengan tingkat kepercayaan tinggi yaitu 90%-99%. Estimasi yang baik merupakan bentuk representatif dalam menggambarkan populasi yang diestimasi.

Adapun rumus untuk mencari *half-width* (hw) yaitu sebagai berikut :

$$hw = e = t \left(\frac{a}{2}, n - 1 \right) \times \frac{S}{\sqrt{n}}$$

keterangan :

$hw = e = half\ width$

n = jumlah replikasi

S = standar deviasi

a = tingkat error

t = nilai distribusi t

2.3.5 Verifikasi dan Validasi

Proses verifikasi dan validasi diperlukan dalam melihat hasil *output* dari model simulasi. Verifikasi dalam simulasi melihat kesesuaian jalannya model sesuai rancangan awal dengan melihat kemungkinan kesalahan yang terjadi. Pembuat model dalam hal ini akan terlibat banyak dalam proses identifikasi dan menghilangkan *error* (proses *debugging*). Kesalahan yang terjadi baik bersifat *syntax* atau *semantic*. *Syntax* berhubungan dengan kodifikasi yang dirancang sedangkan *semantic* berupa kesalahan logika berpikir dari model yang belum sesuai dengan kondisi riil di lapangan. Dengan kata lain verifikasi melihat dan menguji model yang dibuat telah benar sesuai dengan rancangan awal model konseptual.

Menurut (Siswanto, Latiffianti, & Wiratno, 2018) beberapa teknik dalam melakukan verifikasi model simulasi yaitu meninjau ulang kode dan teks pada model, memeriksa kewajaran output, melihat animasi, dan menggunakan fasilitas lacak atau *debug* yang dalam *software* ARENA dapat digunakan dengan menekan tombol F4.

Berbeda dengan verifikasi, proses validasi bertujuan untuk melihat kesesuaian output model simulasi telah benar secara hasil. Proses ini melihat kesesuaian model dengan kondisi nyata yang diharapkan, dengan kata lain model harus dapat menampilkan perilaku sistem secara aktual. Menurut (Siswanto, Latiffianti, & Wiratno, 2018) secara umum uji validasi dapat dilakukan dalam beberapa cara, diantaranya yaitu melihat animasi dan tampilan model, membandingkan model dengan sistem aktualnya, membandingkan dengan model lain yang dibuat, melakukan uji sensitivitas, dan uji kondisi ekstrim, serta uji data historis.

2.4 Software Arena

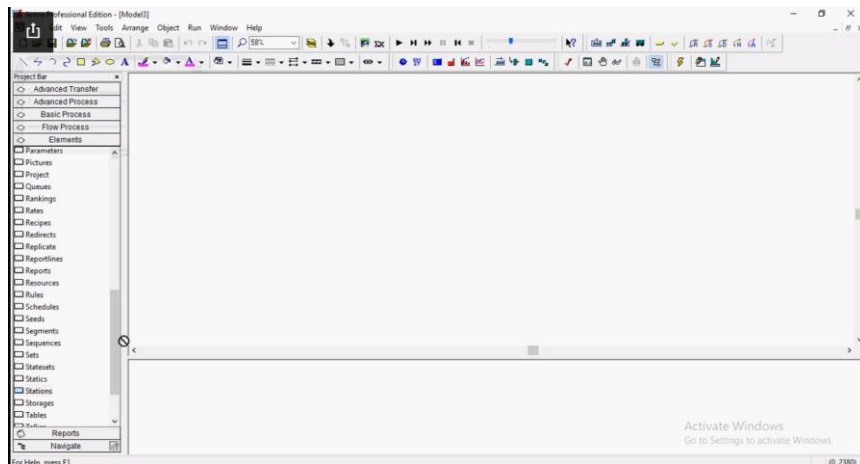
Tahap pembuatan model simulasi sangat dipengaruhi oleh *software* apa yang digunakan. Pada metode simulasi, *software* yang dapat digunakan yaitu diantaranya, ARENA, Awesim, Pro Model, dan Auto Mod. Namun *software* komersial yang sering digunakan yaitu Arena yang diproduksi oleh Rockwell Automation. Arena tidak hanya digunakan untuk kebutuhan akademik oleh

perguruan tinggi tetapi juga kebutuhan komersial lain oleh industri dan kebutuhan praktisi lainnya. Secara umum simulasi menggunakan arena dijalankan dalam basis proses dan perubahan aktivitas dari waktu ke waktu

Beberapa keunggulan dari software simulasi arena (Rockwell Automation, 2018) yaitu sebagai berikut :

- Meningkatkan visibilitas ke efek dari perubahan sistem
- Menjelajahi peluang dalam prosedur atau metode baru tanpa mengganggu sistem saat ini
- Mendiagnosa dan perbaikan masalah
- Mengurangi atau menghilangkan kemacetan
- Mengurangi biaya operasi
- Meningkatkan *forecast* keuangan
- Mengurangi waktu pengiriman
- Lebih baik dalam mengelola tingkat persediaan, personal, komunikasi sistem dan peralatan
- Meningkatkan profitabilitas melalui operasi yang ditingkatkan secara keseluruhan

Menu utama dalam tampilan *software* arena yaitu *project bar* sebagai entitas dalam membuat model simulasi. Dalam *project bar* tersebut ditampilkan panel-panel yang terdiri dari beberapa modul. Modul-modul yang ada secara umum diklasifikasikan menjadi *flowchart* dan data. Panel utama dalam arena yaitu terdiri atas *basic process*, *advanced process* dan *advanced transfer*. Selain panel-panel tersebut juga ada panel lain yang jarang digunakan dalam model simulasi, diantaranya yaitu *packaging*, *flow process*, *block*, *statistics*, *element*, *report* dan *navigate*.



Gambar 2. 3 Tampilan Jendela Utama Software Arena
(sumber : rockwell automation)

2.6 Posisi Penelitian

Posisi penelitian merupakan kondisi pembandingan penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian sebelumnya yang sudah ada meliputi buku, jurnal, dan hasil karya lainnya. Kasus simulasi diskrit sudah diteliti oleh banyak orang untuk kasus-kasus operasional, tidak hanya pada industri manufaktur tetapi juga pada industri jasa.

Penelitian awal dilakukan pada tingkat pelayanan dengan memperhatikan utilisasi transportasi. Penelitian ini dilakukan (Jordan & Bruce, 2006) Departemen Bisnis, Geneva Collage and Anderson University. Pengaturan jadwal transportasi truk dengan angkutan muat berdasarkan availabilitas kendaraannya. Objek pada penelitian ini yaitu sepuluh jenis truk kecil dengan produk bervariasi ke tujuan pengiriman.

Penelitian awal mengenai transportasi di area terminal pelabuhan yaitu pada depo peti kemas dengan permasalahan antrean pada dermaga. Bentuk penyelesaian yang dilakukan yaitu mengamati ketidakpastian pada karakteristik permintaan terhadap jadwal yang ada. analisis dilakukan untuk mendapat skenario terbaik dalam jangka waktu satu bulan kerja pada depo peti kemas. Penelitian dengan menggunakan metode pendekatan simulasi diskrit dengan perbaikan pada *service level* dan waktu proses yang diberikan (Pinondang, 2015).

Berikutnya dilakukan penelitian mengenai permodelan simulasi jalur laut PT Petrokimia dengan memperhatikan *supply* dan *transportation distrubtion*

(Kurniawati, 2017). Pengembangan yang dilakukan yaitu tidak hanya melihat proses produksi tetapi juga *distruption* yang kemungkinan terjadi pada rangkaian *supply chain*. Keadaan tersebut berpengaruh pada kerugian biaya, *customer loss*, ketidakseimbangan inventori, serta branding dan reputasi perusahaan. Pendekatan metode simulasi diskrit digunakan karena memiliki kompleksitas yang cukup tinggi terlihat dari interdependensi dan variabilitas model. Indikator yang dilihat dalam permasalahan ini yaitu tingkat pelayanan (*service level*). Permasalahan ini dilihat dari waktu layar sebuah alat angkut kendaraan laut dengan adanya model *Inventory routing*.

Pengembangan penelitian berikutnya yaitu mengenai permodelan simulasi diskrit dengan skema permasalahan depo menuju tujuan tunggal. Indikator yang dipakai tetap sama seperti sebelumnya yaitu tingkat pelayanan (*service level*). Namun parameter yang digunakan pada penelitian lebih dikembangkan lagi dengan dalam bentuk *trade off* yang membutuhkan pembobotan dengan metode entropy dalam *Multy Criteria Decision Making* (MCDM). Permasalahan yang coba diselesaikan lebih kompleks dibandingkan penelitian-penelitian sebelumnya. Hal itu karena adanya variabel *uncertain*, jumlah variabel yang banyak dan variabilitas tinggi. Data-data tersebut terdapat pada lama *loading* dan *unloading* serta jumlah produk yang dimodelkan tidak hanya satu jenis. Untuk mendapat hasil yang terbaik, dibangunlah skenario-skenario kebijakan agar kinerja sistem dapat meningkat dan tingkat pelayanan lebih baik (Radevito, 2018).

Tabel 2. 1 Posisi Penelitian

No	Judul Penelitian	Ouput Penelitian			Jenis Rute		Model Transportasi	Metode Pendekatan	
		<i>Routing</i>	<i>Scheduling</i>	Kuantitas kendaraan	<i>Dedicated</i>	<i>Non-Dedicated</i>		Simulasi	Optimasi
1	Discrete Event Modeling In a New Transportation Simulation (Jordan & Bruce, 2006)		v	v		v	<i>Industrial trucking</i>	v	
2	Analisis Pergerakan Aset Transportasi Pada Depo Peti Kemas (Pinondang, 2015)		v	v		v	<i>Industrial trucking</i>	v	
3	Permodelan Distribusi Jalur Laut PT Petrokimia dengan Mempertimbangkan <i>Supply and Tranportation Distrupction</i> (Kurniawati, 2017)	v	v	v		v	<i>Industrial Shipping</i>	v	
4	Permodelan Simulasi Diskrit Dalam Distribusi Empat Produk BBM Pada Permasalahan Tiga Depo Munuju Lokasi Tunggal (Radevito, 2018)	v		v	v	v	<i>Industrial Shipping</i>	v	
5	Evaluasi Sistem Pergerakan TrukMenggunakan Pendekatan Simulasi Diskrit Studi Kasus Terminal Teluk Lamong Surabaya. (Pratama, 2018)		v	v	v		<i>Industrial trucking</i>	v	

(halaman ini sengaja dikosongkan)

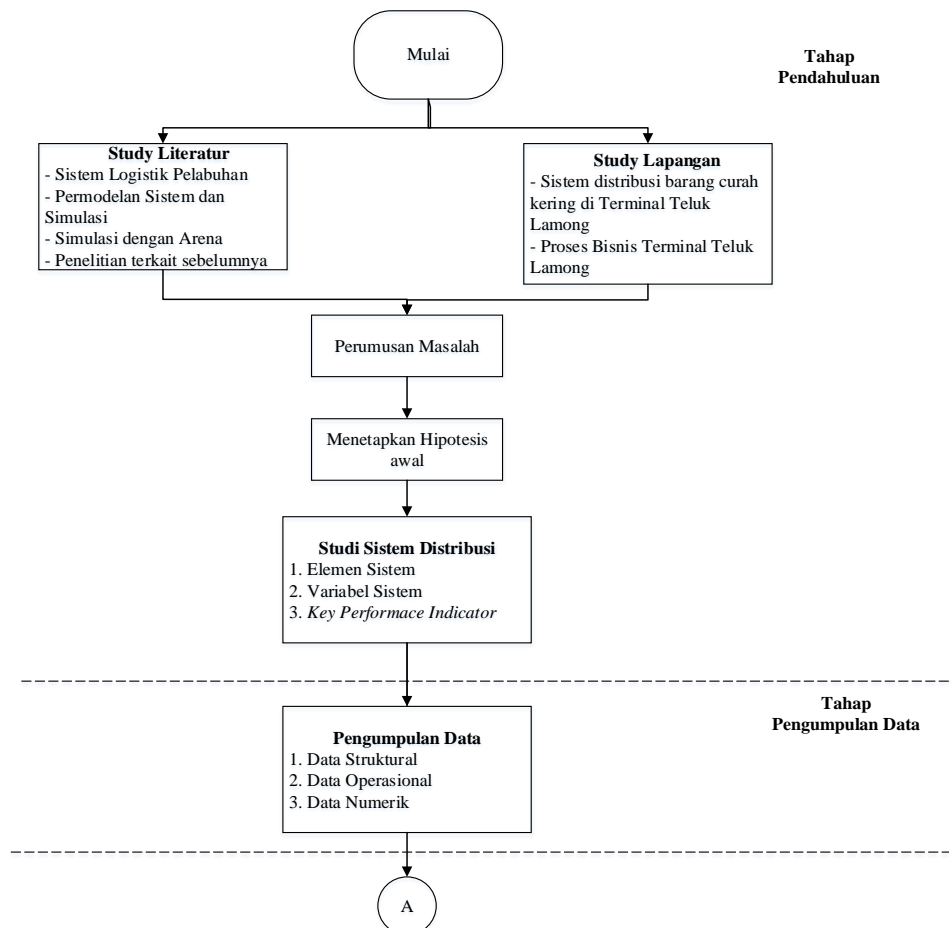
BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

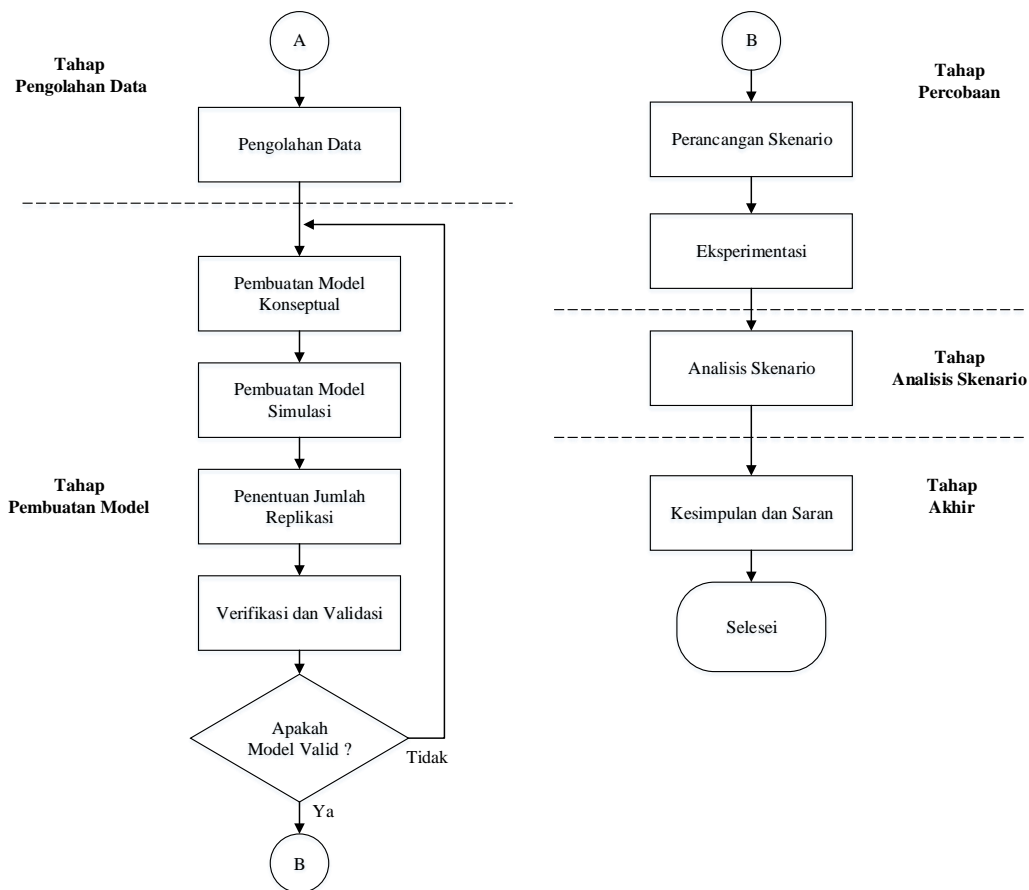
Pada bab ini dijelaskan mengenai metodologi penelitian yang digunakan. Terdiri dari beberapa tahap yaitu meliputi studi pendahuluan, tahap pengumpulan data, tahap perekapan dan pengolahan data, tahap analisis dan interpretasi data, serta tahap akhir untuk penarikan kesimpulan dan saran. Berikut ini merupakan langkah-langkah yang digunakan pada penelitian Tugas Akhir ini, disajikan dalam bentuk *flowchart* atau diagram alir.

3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian

Berikut ini merupakan langkah-langkah yang digunakan pada tugas akhir ini, disajikan dalam bentuk *flowchart* atau diagram alir.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Metodologi Penelitian



Gambar 3. 2 Lanjutan Diagram Alir Metodologi Penelitian

3.2 Tahap Pendahuluan

Dalam tahap pendahuluan ini, dilakukan perancangan terhadap prosedur penelitian yang akan dilakukan. Tahap pendahuluan terdiri dari studi lapangan dan studi literatur untuk kemudian dapat merumuskan masalah serta penetapan tujuan dari penelitian. Bagian akhir dalam tahap ini meliputi identifikasi elemen-elemen yang terdapat sistem distribusi.

3.2.1 Studi Lapangan

Pada studi lapangan, dilakukan pengamatan langsung pada proses logistik dan mengetahui aktivitas-aktivitas layanan bongkar muat di Terminal Teluk Lamong. Selain pengamatan langsung, penulis melakukan wawancara dengan beberapa orang yang menangani dan terlibat dalam kegiatan operasional curah kering, diantaranya yaitu Direktur Operasional, Manajer Operasional Curah Kering dan Bahan Umum, serta Manajer Nusa Prima Logistik. Dari wawancara yang

dilakukan didapatkan informasi yang mendetail tentang proses bisnis Terminal Teluk Lamong dan sistem distribusi curah kering dengan berbagai kendala yang dirasakan oleh manajemen Terminal Teluk Lamong dan Nusa Prima Logistik.

3.2.2 Studi Literatur

Studi literatur bertujuan sebagai dasar untuk memperkuat teori dalam penelitian. Tahap ini melibatkan kegiatan pembelajaran pustaka diantaranya literatur buku, jurnal, laporan penelitian sebelumnya dan pustaka lain berkaitan dengan permodelan sistem dan simulasi. Selain itu, untuk memperkaya pengetahuan dalam mendukung pelaksanaan penelitian, penulis juga melakukan studi literatur untuk sistem logistik pelabuhan dan model simulasi dengan ARENA.

3.2.3 Perumusan Masalah

Setelah melakukan studi lapangan dan studi literatur, langkah berikutnya yaitu perumusan masalah dan penetapan tujuan penelitian sebagaimana yang dijelaskan pada Bab 1.

3.2.4 Menetapkan Hipotesis Awal

Hipotesis atau dugaan awal dari permasalahan pengiriman barang curah kering ini dapat dirumuskan menjadi tiga poin yaitu:

- Terminal Teluk Lamong membutuhkan perbaikan alur proses pergerakan truk.
- Terminal Teluk Lamong memerlukan penambahan jumlah truk dan kapasitas angkut barang curah kering.
- Terminal Teluk Lamong perlu menambah infrastruktur pada kawasan pemuatan curah.

3.2.5 Studi Sistem Distribusi

Langkah berikutnya yaitu studi sistem distribusi barang curah kering sebagai hasil studi lapangan dan studi literatur. Beberapa komponen sistem yang diidentifikasi yaitu elemen sistem, variabel sistem, dan *key performance indicator*.

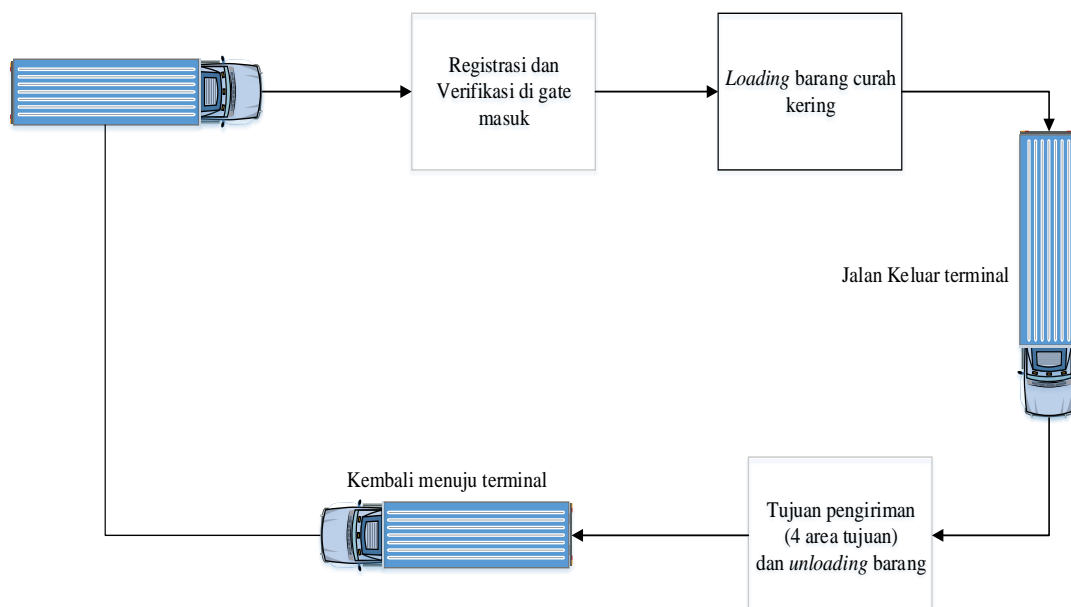
a. Elemen Sistem

Beberapa elemen permodelan sistem dalam penelitian ini yaitu entitas, aktivitas, sumber daya, dan kontrol. Berikut masing-masing elemen dalam kasus pengiriman barang curah kering pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Elemen Sistem pada Proses Pengiriman Barang Curah Kering

Elemen Sistem	Penjelasan dalam kasus distribusi curah kering
Entitas	Truk yang menjadi kendaraan angkut barang curah kering dari Terminal Teluk Lamong ke masing-masing area pengiriman.
Sumber daya	Fasilitas pelabuhan berupa <i>material handling</i> untuk <i>loading</i> barang, pekerja pintu masuk, <i>sensor gate</i> , jalan dan lain sebagainya, kemudian fasilitas umum seperti jalan raya, serta gudang tujuan sebagai tempat <i>unloading</i> barang
Kontrol	<ol style="list-style-type: none"> 1. Undang-undang Nomor 17 tahun 2008 tentang pelayaran yang mengatur bisnis jasa pelabuhan 2. <i>Standard Operating Procedure</i> (SOP) dari kedatangan truk, registrasi, verifikasi, hingga <i>loading</i> barang 3. Jadwal kedatangan kapal dan tingkat kecepatan <i>handling</i> oleh <i>conveyor</i>

Sedangkan untuk elemen aktivitas dapat digambarkan pada ilustrasi pada Gambar 3.3. Pergerakan truk berupa siklus dari mulai melewati pintu masuk terminal kemudian menuju ke lokasi konsumen hingga kembali lagi ke terminal.



Gambar 3.3 Aktivitas Kendaraan Angkut Distribusi Curah Kering

Pada Gambar 3.3 di atas dijelaskan mengenai aktivitas truk sebagai kendaraan angkut barang curah kering di Terminal Teluk Lamong ke masing-masing area konsumen. Pertama truk memasuki pintu masuk terminal dengan melakukan registrasi dan verifikasi, kemudian *loading* barang curah kering, setelah

itu keluar menuju tujuan masing-masing. Dalam proses perjalanannya, setiap truk akan menghadapi risiko macet, kerusakan, dan lainnya, sampai pada lokasi tujuan untuk melakukan *unloading* barang. Setelah kegiatan tersebut selesai maka truk akan kembali ke terminal untuk mengulangi proses yang sama dari awal.

b. Variabel Sistem

Ada tiga jenis variabel yang ada pada permodelan sistem yaitu *decision variable*, *respon variable*, dan *state variable*.

Tabel 3. 2 Varibel-Variabel Sistem Pengiriman Barang Curah Kering

<i>Decision Variable</i>	<i>Respon Variable</i>	<i>State Variable</i>
1. Jumlah truk yang dibutuhkan	1. <i>Turn around time</i> atau waktu yang dibutuhkan selama dalam sistem pelabuhan. 2. <i>Cycle time</i> atau waktu yang dibutuhkan truk untuk satu kali siklus pengiriman hingga balik ke terminal kembali. 3. Rata-rata jumlah inventory komoditas curah kering. 4. Rata-rata jumlah antrian truk di dalam fasilitas pelabuhan.	1. Jumlah truk berada dalam sistem pelabuhan dan jumlah truk yang sedang dalam pengiriman pada titik waktu tertentu 2. Level <i>inventory</i> curah kering yang ada pada silo penyimpanan pada titik waktu tertentu.

c. *Key Performance Indicator*

Permodelan sistem memerlukan parameter untuk melihat ketercapaian tujuan dari sebuah permasalahan. Keberhasilan tersebut diukur dalam indikator tertentu yang lebih dikenal dengan istilah *Key Performance Indicator*. Dalam kasus distribusi barang curah kering ini, indikator keberhasilan yang digunakan yaitu waktu siklus pergerakan truk, jumlah *inventory*, dan jumlah antrian truk.

3.3 Tahap Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer didapat dari hasil pengamatan langsung terhadap kondisi truk di Terminal Teluk Lamong, interview, *time study*, dan observasi lapangan yang

lainnya. Data yang dihasilkan dari pengamatan tersebut yaitu waktu kedatangan truk angkut, waktu proses, dan data-data lain terkait proses pemuatan barang curah kering.

Sedangkan untuk data sekunder didapat dari catatan manajemen Terminal Teluk Lamong serta data historis dari basis data sistem informasi. Data-data sekunder tersebut berupa data jumlah truk, data waktu truk memasuki sistem pelabuhan, data *eksisting turn around time*, data kedatangan barang curah kering, lokasi pengiriman, dan jarak konsumen ke terminal.

3.4 Tahap Pengolahan Data

Setelah data-data terkumpul, tahap berikutnya yaitu pengolahan data. Namun sebelum diolah lebih lanjut, data-data tersebut harus disajikan terlebih dahulu secara deskriptif untuk memahami sebaran dan pola tertentu. Berikutnya, data akan diolah untuk dapat dijadikan input permodelan simulasi dengan *software* ARENA. Data yang akan diinput terlebih dahulu dilakukan *fitting distribution* dengan metode *Goodness of fit* untuk melihat pesebaran distribusi sebagai gambaran nyata dari ketidakpastian yang terjadi.

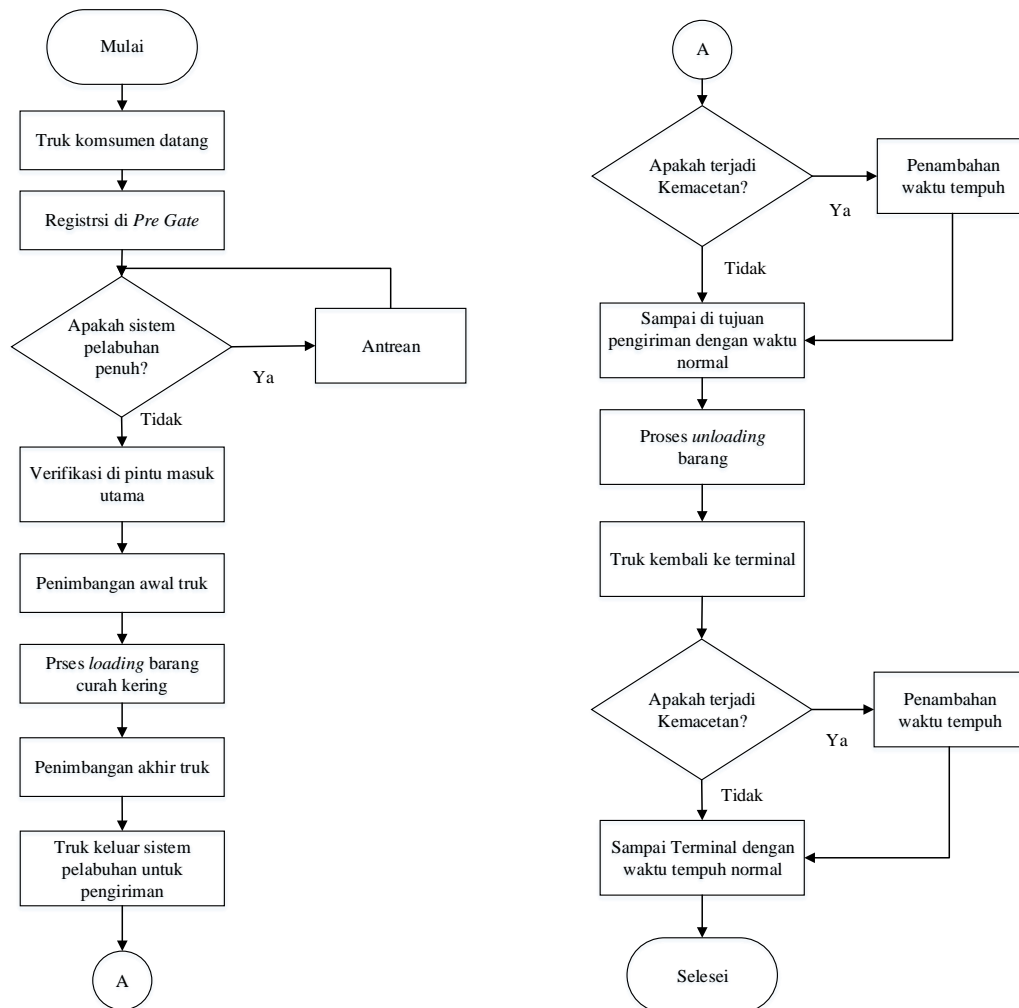
3.5 Tahap Pembuatan Model

Tahap ini diawali dengan pembuatan model konseptual dari permasalahan distribusi curah kering di Terminal Teluk Lamong, kemudian model yang telah ada ditransformasikan ke dalam model simulasi dengan bantuan *software* ARENA. Setelah model selesai dibuat maka dilakukan eksperimen dengan sejumlah replikasi. Hasilnya kemudiandiolah pada proses validasi dan verifikasi model sebelum akhirnya dapat dianalisis. Penjelasan untuk model konseptual dan model simulasi akan dipaparkan sebagai berikut.

3.5.1. Model Konseptual

Model ini dirancang untuk menggambarkan sistem sesungguhnya pada proses distribusi barang curah kering. Model konseptual merupakan rangkuman dari system sebenarnya yang digunakan untuk mempermudah proses penyusunan model simulasi. Dalam model konseptual tercermin deskripsi sistem dan informasi lainnya yang merupakan hasil dari proses sintesa. Dalam penelitian ini, rancangan

model digambarkan dengan diagram alur yang logis dan kronologis untuk memudahkan pemahaman terhadap sistem sesungguhnya. Gambar 3.4 berikut ini merupakan salah satu contoh model konseptual pada sub-model pengiriman barang curah kering.



Gambar 3. 4 Model Konseptual Pengiriman Barang Curah Kering

2.5.2 Model Simulasi

Model simulasi merupakan model komputer dari kondisi sistem sebenarnya yang dibangun berdasarkan logika dalam model konseptual. Sejak proses input data, perlu dilakukan validasi dan verifikasi untuk memastikan model konseptual sama dengan model simulasi serta membandingkan dengan kondisi nyata yang menjadi permasalahan penelitian. Dengan demikian *output* simulasi

benar-benar sesuai dan relevan untuk penyelesaian masalah pengiriman barang curah kering di Terminal Teluk Lamong.

2.5.3 Replikasi

Karakter dari data input yang random membuat simulasi harus dilakukan secara berulang. Dengan kompleksitas dan kerandoman yang demikian, hasil satu replikasi dan yang lainnya tentunya memiliki perbedaan. Dengan demikian untuk mendapatkan estimasi pada interval yang dapat diterima, maka **n** harus ditentukan sedemikian rupa (Siswanto, Latiffianti, & Wiratno, 2018). Untuk mengetahui jumlah replikasi minimum yang dibutuhkan, maka perlu ditetapkan terlebih dahulu nilai *half-width* (hw) atau standar eror yang diinginkan. . Hw adalah setengah dari rentang estimasi hasil simulasi. Walaupun umumnya *software* simulasi telah menyediakan hw pada laporan simulasi, hw juga dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut: $hw = e = t \left(\frac{\alpha}{2}, n - 1 \right) \times \frac{S}{\sqrt{n}}$

keterangan :

$hw = e$ = *half width* atau standar eror

n = jumlah replikasi

S = standar deviasi

α = derajat signifikansi

t = nilai tabel pada distribusi *Student t* dengan **α** tertentu dan derajat kebebasan sebesar **$n-1$**

2.5.4 Validasi dan Verifikasi

Langkah terakhir dalam pembuatan model yaitu proses validasi dan verifikasi. Aktivitas ini sering dilakukan secara bersamaan meskipun memiliki cara yang berbeda dalam prosesnya masing-masing. Verifikasi yaitu kegiatan yang bertujuan untuk mengetahui apakah model simulasi sudah sesuai dengan logika model koseptual yang telah dibuat sebelumnya. Pada *software* ARENA, proses verifikasi dapat dilakukan secara sederhana yaitu dengan menekan tombol F4 untuk melihat apakah ada *syntax error*, sedangkan untuk mengetahui adanya *semantic error* dilakukan dengan cara melihat kewajaran pada output simulasi dan perubahan variabel selama proses simulasi serta perilaku entitas yang digambarkan dengan animasi pada model. Kemudian untuk pengecekan logika juga dapat dilakukan

dengan membandingkan secara kualitatif *output* simulasi dengan rerata data sebenarnya.

Proses validasi dilakukan untuk mengetahui apakah model telah sesuai dengan sistem nyata yang diamati dalam hal ini proses pengiriman curah kering. Output yang dituju dalam uji validasi ini adalah kesesuaian model simulasi dengan sistem nyata. Dalam penelitian ini akan dilakukan *black box validation*./ Tanpa adanya perbedaan yang signifikan secara statistik, maka model dapat dikatakan *valid*. Jika model valid maka akan dilanjutkan dengan tahap percobaan, sebaliknya ketika ada perbedaan antara model simulasi dengan sistem nyata maka model disebut tidak valid dan harus dilakukan perbaikan model simulasi sampai sesuai dengan sistem nyata.

3.6 Tahap Percobaan

Pada tahap ini akan dijelaskan mengenai pembuatan skenario sebagai bentuk alternatif pilihan penyelesaian masalah dan setelahnya akan dilakukan percobaan untuk setiap skenario yang telah dirancang.

3.6.1 Perancangan Skenario

Salah satu langkah utama dalam proses simulasi yaitu pembuatan desain skenario. Proses ini menjadi penentu dalam hasil simulasi yang akan digunakan oleh manajemen dalam pengambilan keputusan atau khususnya pembuatan regulasi operasional. Dalam kasus distribusi barang curah kering di Terminal Teluk Lamong dilihat beberapa kendala seperti antrian truk dan jumlah truk yang belum sesuai untuk memenuhi pengiriman setiap harinya. Skenario juga bisa dikembangkan berdasarkan usulan dari pemilik sistem terkait dengan alternatif solusi yang tersedia.

3.6.2 Eksperimen

Langkah berikutnya setelah adanya rancangan skenario yaitu melakukan percobaan pada model simulasi yang telah ada. Percobaan pada skenario dilakukan dengan menjalankan model simulasi satu per satu pada tiap skenario untuk kemudian dicatat hasilnya. Percobaan juga dilakukan pada kombinasi dari skenario yang ada untuk melihat bagaimana dampak dari gabungan dua alternatif solusi terhadap nilai indikator yang diinginkan

3.7 Tahap Analisis Skenario

Analisis dilakukan dengan mengkaji output percobaan simulasi yang diperbandingkan dengan variasi nilai variabel keputusan. Umumnya, skenario yang dianggap paling baik adalah skenario yang memberikan indikator terbaik dengan usaha atau perubahan yang paling sedikit pada variabel keputusan atau paling efisien secara ekonomis.

3.8 Tahap Akhir

Penarikan kesimpulan dan saran merupakan bagian akhir dari penelitian ini. Kesimpulan didapat dari hasil analisis dan interpretasi data untuk menjawab tujuan penelitian yang sudah ditetapkan di tahap pendahuluan. Kemudian dari kesimpulan dan hasil penelitian, akan ditetapkan poin-poin saran sebagai bentuk rekomendasi kepada manajemen Terminal Teluk Lamong serta untuk penelitian-penelitian berikutnya.

BAB 4

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini menjelaskan tentang data yang akan digunakan untuk input model simulasi. Data yang digunakan yaitu berupa data primer dan data sekunder. Bab ini juga menjelaskan mengenai identifikasi sistem pergerakan truk pengiriman curah kering.

4.1 Identifikasi Sistem Pergerakan Truk

Permodelan sistem yang perlu diidentifikasi dalam penelitian ini yaitu sistem pergerakan truk pengiriman barang curah kering di Terminal Teluk Lamong. Identifikasi sistem berkaitan dengan elemen-elemen sistem dan parameter dalam mengukur kegiatan operasional pengiriman.

4.1.1 Elemen Sistem Pergerakan Truk Pengiriman Barang Curah Kering

Sistem pergerakan truk pengiriman barang merupakan siklus pergerakan truk dimulai dari kedatangan truk, masuk sistem pelabuhan, proses pengiriman barang hingga kembali ke titik awal kedatangan truk. Elemen-elemen sistem pergerakan truk menjelaskan cara sistem bekerja berupa input, proses, dan output dari sistem. Secara umum elemen sistem tersebut terdiri atas entitas, sumber daya, dan kontrol. Elemen tersebut dapat dijelaskan secara lengkap sebagai berikut.

a. Entitas

Entitas merupakan elemen sistem yang menjadi input dalam model simulasi yang akan dirancang. Entitas suatu model akan melalui proses-proses yang ada dalam sistem. Pada kasus pengiriman curah kering di Terminal Teluk Lamong memiliki dua entitas yaitu truk dan curah kering. Kedua entitas dikenakan pada aktivitas dan proses yang berbeda. Masing-masing entitas tersebut dijelaskan lebih rinci dalam Tabel 4.1 Entitas Sistem Pergerakan Truk Pengiriman Barang Curah Kering.

Tabel 4. 1 Entitas Sistem Pergerakan Truk Pengiriman Barang Curah Kering

Entitas	Sub Model	Keterangan
Truk	Kedatangan truk, pemuatan barang, dan pengiriman barang	Sebagai kendaraan angkut barang curah kering dari Terminal Teluk Lamong ke masing-masing area pengiriman
Curah Kering	Kedatangan curah kering	Komoditas yang akan dikirimkan ke konsumen

Truk merupakan entitas utama yang menjadi input sistem dan dimulai saat memasuki pintu masuk awal terminal. Entitas tersebut akan menerima proses-proses selanjutnya hingga kembali ke titik awal. Curah kering sebagai entitas sistem juga menjadi input sistem saat adanya kedatangan kapal dan dilakukan pembongkaran hingga penyimpanan di gudang pelabuhan. Kedua entitas ini akan bergabung jadi satu setelah proses pemuatan barang selesai dilakukan dan berikutnya dikirimkan menuju konsumen.

b. Sumber daya

Sumber daya merupakan segala bentuk peralatan yang dimiliki oleh PT Teluk Lamong. Tidak terbatas pada peralatan fisik tetapi juga bentuk infrastruktur pelabuhan, manusia, dan fasilitas-fasilitas lainnya. Dalam kasus ini beberapa sumber daya yang digunakan yaitu sebagai berikut.

Tabel 4. 2 Daftar sumber daya yang digunakan dalam sistem pergerakan truk

Sumber daya	Aktivitas	Keterangan
Petugas <i>entry barcode</i>	Proses input data barcode dan identitas truk	Karyawan Nusa Prima Logistik yang ditempatkan pada stasiun <i>entry barcode</i> .
Sensor WB-in	<i>Capture</i> nomor polisi truk	Pengecekan secara otomatis nomor polisi setiap truk yang masuk area pemuatan barang
Sensor WB-out	<i>Capture</i> nomor polisi truk	Pengecekan secara otomatis nomor polisi setiap truk yang keluar dari area pemuatan barang
<i>Grab Ship Unloader</i>	Proses pembongkaran curah kering	Alat bantu yang berjalan secara otomatis dalam pembongkaran curah kering dari kapal ke lapangan penumpukan, terletak di area dermaga curah kering

Sumber daya	Aktivitas	Keterangan
Petugas Konveyor	Pembersihan permukaan Konveyor	Permukaan konveyor yang kotor akan dilakukan pembersihan
Konveyor	Proses pemindahan curah kering	Terletak pada sistem pelabuhan sebagai penghubung dengan dermaga yang dikelola oleh Teluk Lamong
Petugas <i>Container Office</i>	Registrasi Surat Perintah Muat (SPM)	Berada pada area <i>pre-gate</i> sebagai tempat registrasi truk untuk mendapatkan SPM
Petugas Keamanan	Pengecekan truk	Petugas keamanan ditugaskan untuk melakukan pengecekan truk di awal saat memasuki WB in dan diakhir saat keluar dari WB out.
Petugas EMKL	Penerbitan surat jalan	Berada di area <i>pre-gate</i> dan bertugas untuk menerbitkan surat jalan yang akan menentukan tujuan pengiriman.
Petugas WB-in	Penimbangan berat awal truk	Operator yang berada pada pintu masuk gudang untuk melihat berat awal truk tanpa beban
Petugas WB-out	Penimbangan berat akhir truk	Operator yang berada pada pintu keluar gudang untuk melihat berat truk setelah pemuatan barang
<i>Loader</i>	Proses pemuatan	Terletak pada area <i>loading flat storage</i> . Digunakan saat jenis curah soybean dalam keadaan pemindahan barang dari dermaga ke lapangan penumpukan.
<i>Loading bay A</i>	Proses pemuatan	Stasiun pemuatan barang pada silo penyimpanan yang bekerja secara otomatis untuk melakukan loading soybean ke dalam truk
<i>Loading bay C</i>	Proses pemuatan	Stasiun pemuatan barang pada lapangan penumpukan yang bekerja secara otomatis untuk melakukan loading <i>Soya Bean Meal</i> (SBM) ke dalam truk

Seperti yang terlihat pada Tabel 4.2 di atas, setiap sumber daya berada dalam area Terminal Teluk Lamong baik dalam sistem pelabuhan atau area *gate* 1. Setiap sumber daya menjalankan aktivitas-aktivitas yang menjadi proses dalam sistem pergerakan truk pengiriman barang curah kering.

c. Kontrol

Sebagai salah satu elemen sistem, kontrol menjadi bagian penting untuk melihat dan memastikan sistem terus berjalan sebagaimana mestinya. Bentuk elemen kontrol yang ada dapat berupa aturan yang berlaku, perencanaan yang dirancang, dan *monitoring* setiap aktivitas dalam sistem. Pada sistem pergerakan

truk pengiriman curah kering, terdapat elemen kontrol yang diterapkan yaitu diantaranya monitor jumlah truk, monitor kedatangan curah, monitor kecepatan *conveyor*, *standar operating procedure*, dan jadwal kedatangan curah.

Tabel 4. 3 Elemen Kontrol Sistem Pergerakan Truk

Kontrol	Keterangan
<i>Standar Operating Procedure</i>	SOP semua proses yang ada dalam sistem pelabuhan atau di luar pelabuhan namun masih relevan dengan proses di dalam sistem.
Monitor jumlah truk	Terletak dalam area sebelum memasuki <i>gate</i> utama, digunakan sebagai sinyal dalam penentuan availabilitas pelabuhan.
Monitor Siklus Truk	Pencatatan waktu yang dibutuhkan setiap truk untuk mengirimkan barang dari terminal ke gudang tujuan dan kembali ke terminal lagi untuk proses kedua.
Jadwal kedatangan curah	Kedatangan curah kering yang telah terjadwal akan mengatur pergerakan truk untuk melakukan pengambilan barang untuk selanjutnya dilakukan pengiriman ke gudang tujuan masing-masing.
Monitor kedatangan curah	Tingkat kedatangan curah dapat dijadikan sebagai pembanding dengan jadwal kedatangan untuk mengatur pergerakan truk.
Monitor jumlah <i>Inventory</i>	Monitor jumlah <i>Inventory</i> untuk mengatur dan memantau keadaan gudang penyimpanan serta memutuskan keadaan <i>Inventory over capacity</i> atau <i>under utilize</i>

4.1.2 Key Performance Indicator

Dalam rangka mengevaluasi sistem pergerakan truk diperlukan suatu pengukuran yang menjadi parameter penilaian kinerja. Evaluasi tersebut termasuk salah satu strategi operasional yang masuk kedalam kinerja operasional Terminal Teluk Lamong. Pendekatan simulasi pun juga memerlukan parameter tertentu untuk melihat skenario terbaik yang akan dipilih. Dengan demikian diperlukan penetapan *key performace indicator* terlebih dahulu sebelum melakukan evaluasi.

Pemilihan parameter didasarkan pada tujuan perusahaan dalam pelaksanaan operasionalnya. Permasalahan operasional yang menjadi perhatian utama Teluk Lamong sebagai perusahaan jasa yaitu *processing pime* truk saat berada di area pelabuhan sebagai indikator tingkat pelayanan. Selain itu jumlah *Inventory* dan tingkat antrean juga menjadi permasalahan yang harus diperhatikan oleh manajemen. Kondisi tersebut menjadikan pendorong jalannya sistem sehingga ada

tiga parameter yang dapat digunakan dalam sistem pergerakan truk pengiriman barang di Terminal Teluk Lamong yaitu sebagai berikut :

a. *Waktu Siklus Pergerakan Truk*

$$T_c = \sum T.p + T.d$$

Keterangan rumus:

T_c : waktu siklus pergerakan truk

T_p : waktu proses pelayanan

T_d : *delivery time* atau waktu pengumpulan

Persamaan tersebut menghasilkan statistik waktu siklus sistem pergerakan truk sebagai akumulasi waktu dalam pelabuhan dan waktu pengiriman barang. Waktu dalam pelabuhan juga didapat dari akumulasi waktu proses yang ada dalam sistem pelabuhan yang lebih dikenal dengan istilah *turn around time*. Semakin kecil waktu siklus truk maka peformansi sistem dinilai semakin membaik. Begitupun sebaliknya semakin besar waktu siklus menunjukkan operasional sistem belum baik dan perlu ada perbaikan terutama dalam waktu proses pelayanan.

b. *Service level Inventory*

$$SL = \frac{C}{N.in} \text{ atau } \frac{CpD}{15000}$$

Keterangan rumus:

SL : *Service level*

C : Kapasitas total truk

N.in : Jumlah curah yang masuk

CpD : Kapasitas truk rata-rata setiap hari

Service level Inventory dipengaruhi oleh entitas truk dan entitas curah kering. Ada jenis perspektif *service level* yaitu sistem secara umum dan target dari manajemen NPL. Untuk *service level* sistem secara umum didapat dari perbandingan total kapasitas truk dan jumlah kedatangan curah kering. Total kapasitas diartikan sebagai jumlah pengurangan *Inventory* yang dipicu oleh jumlah truk yang tersedia dikalikan dengan kapasitasnya. Jumlah kedatangan curah akan

memicu *Inventory* yang ada di silo dan *flat storage*. Untuk *service level* menurut manajemen Nusa Prima Logistik yaitu membandingkan antara tingkat kapasitas angkut rata-rata setiap hari dengan target pengeluaran curah. Target pengeluaran yang telah ditetapkan yaitu masing-masing jenis 15.000 ton sehingga total 30.000 ton dalam curah secara keseluruhan.

c. Jumlah Anterian Truk

$$L = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$$

Keterangan rumus:

L : Jumlah antrean truk

λ : Jumlah kedatangan truk per satuan waktu

μ : Jumlah truk yang terlayani per satuan waktu

Jumlah antrean truk terjadi ketika jumlah truk yang datang tidak sebanding dengan jumlah truk yang terlayani oleh operator. Ketimpangan tersebut menghasilkan antrean, dimana kondisi jumlah kedatangan truk per satuan waktu lebih cepat dibandingkan jumlah truk yang dilayani per satuan waktu yang sama. sistem dikatakan baik saat tidak ada antrean atau jumlah antrean truk dapat dikurangi.

4.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan dua cara yaitu primer dan sekunder. Data primer didapat dengan cara pengambilan langsung di lapangan yaitu dengan sampling pada beberapa proses yang dilakukan truk dalam pelabuhan. Data sekunder didapat dari data pengelolaan internal Terminal Teluk Lamong dan Nusa Prima Logistik. Secara umum data-data yang terkumpul diklasifikasikan menjadi tiga jenis yaitu data struktural, data operasional, dan data numerik.

Data-data yang dikumpulkan dalam evaluasi sistem pergerakan truk pengiriman barang curah secara spesifik dapat dilihat pada Tabel 4.4 klasifikasi Pengumpulan Data Penelitian di bawah ini.

Tabel 4. 4 Klasifikasi Pengumpulan Data Penelitian

Data Struktural		
Truk :	Gudang Pelabuhan :	Tujuan Pengiriman :
Jenis Truk	Jenis Curah Kering	Lokasi Pengiriman
Kepemilikan Truk	Jenis Gudang	Jenis Curah Kering
Data Operasional		
Truk :	Gudang Pelabuhan :	Tujuan Pengiriman :
Waktu kedatangan truk	Luas daerah <i>pre-gate</i>	<i>Cycle Time</i>
Waktu tunggu truk	Waktu kedatangan curah	
<i>Turn Around time</i>	<i>Layout dari loading area</i>	
<i>Cycle Time</i>		
Data Numerik		
Truk :	Gudang Pelabuhan :	Tujuan Pengiriman :
Kapasitas Truk	Kecepatan bongkar	Jarak Pengiriman
Jumlah Truk	Kapasitas gudang	
	Kapasitas <i>loading bay</i>	

4.2.1. Data Struktural

Data struktural merupakan data yang menunjukkan struktur objek dari sistem yang diamati dalam penelitian Tugas Akhir ini. Pada data struktural terdapat tiga jenis kelompok data yang dikumpulkan yaitu truk, gudang pelabuhan, dan gudang tujuan pengiriman.

Tabel 4. 5 Data Struktural Truk

Data	Keterangan
Kepemilikan Truk	Kepemilikan truk dijadikan faktor untuk identifikasi tujuan pengiriman dan barang yang akan diangkut
Jenis Truk	Jenis truk termasuk merk kendaraan mempengaruhi kapasitas angkut dari masing-masing truk

Pada Tabel 4.5 data struktural pengiriman barang curah kering di atas, data struktural truk digambarkan sesuai dengan jumlah kepemilikan truk dengan

keterangan tambahan berupa jenis truk yang digunakan. Identifikasi truk juga dilengkapi dengan data nomor polisi sebagai pembeda antara satu truk dengan truk lainnya.

Tabel 4. 6 Data Struktural Gudang Pelabuhan

Data	Keterangan
Gudang Pelabuhan	Gudang penyimpanan yang terletak dalam sistem pelabuhan terdiri atas dua jenis yaitu lapangan penumpukan dan silo penyimpanan
Jenis Curah Kering	Jenis curah kering akan menentukan pemilihan tempat penyimpanan, tingkat kecepatan angkut, pembersihan permukaan conveyor dan tujuan pengiriman dari setiap barang. Jenis curah kering yang dilayani oleh Terminal Teluk Lamong yaitu soybean dan <i>soya bean meal</i> (SBM).

Tabel 4.6 data struktural gudang pelabuhan di atas yaitu gudang pelabuhan dan jenis curah kering. Kedua data tersebut berhubungan secara langsung dalam penentuan tempat penyimpanan. Gudang penyimpanan dan jenis curah kering juga mempengaruhi pergerakan truk. Untuk truk yang mengangkut jenis curah kering soybean akan melakukan proses pemuatan pada silo penyimpanan, begitupun sebaliknya untuk *soya bean meal* pada lapangan penumpukan.

Tabel 4. 7 Data Struktural Tujuan Pengiriman

Data	Keterangan
Tujuan Pengiriman	Tujuan pengiriman merupakan area gudang tujuan pengiriman barang curah kering yang tersebar di beberapa titik. Tujuan pengiriman juga menjadi faktor penentu dalam waktu siklus truk yang juga akan mempengaruhi pengaturan kedatangan truk.

Pada tabel 4.7 data struktural tujuan pengiriman di atas menunjukkan data struktural dari gudang tujuan pengiriman berkaitan langsung dengan jenis curah kering. Tidak semua tujuan pengiriman membutuhkan kedua jenis tersebut, ada yang hanya butuh salah satu diantaranya. Tujuan pengiriman juga akan menentukan jumlah truk yang harus disediakan dengan batasan waktu penyimpanan yang ada di gudang penyimpanan di pelabuhan.

4.2.2 Data Operasional

Data berupa penggambaran terhadap mekanisme sistem bekerja. Data tersebut yaitu data-data terkait waktu kedatangan atau waktu sistem bekerja secara keseluruhan. Sebagaimana pengelompokan data struktural sebelumnya, dalam hal ini juga dikelompokkan menjadi truk, gudang pelabuhan, dan gudang tujuan pengiriman

a. Data Operasional Truk

Pada data operasional truk merupakan jenis data yang diperhatikan khusus untuk waktu operasional. Data operasional truk meliputi waktu kedatangan truk, waktu tunggu, *turn around time*, dan *cycle time*. Masing-masing data tersebut didapat dari sampling waktu kedatangan truk dan pengitungan waktu *history* Terminal Teluk Lamong.

Tabel 4. 8 Data Operasional Truk

Data	Keterangan
Waktu kedatangan truk	Waktu kedatangan merupakan waktu setiap truk yang dicatat saat memasuki <i>gate</i> 1 Terminal Teluk Lamong.
Waktu tunggu	Waktu yang diperlukan truk menunggu untuk melakukan proses registrasi
<i>Turn around time</i>	Waktu truk berada dalam sistem pelabuhan, dimulai saat truk memasuki pintu utama terminal hingga keluar di pintu yang sama setelah memuat barang yang akan dikirimkan.
<i>Cylce time</i>	Waktu pengiriman barang curah kering oleh truk dimulai saat keluar pintu utama truk ke gudang tujuan pengiriman hingga kembali lagi ke terminal untuk melakukan proses pemuatan kembali.

Dalam data operasional kedatangan truk di atas dapat melihat waktu antar kedatangan satu truk dengan yang lainnya. Waktu tersebut dilihat dari selisih waktu kedatangan antara satu truk dengan truk yang lainnya. Data dicatat dalam pemisahan nomor polisi dengan tanggal kedatangan yang sama ataupun berbeda dengan waktu pengiriman yang dilakukan sebelumnya. Agar data lebih spesifik

dilengkapi dengan jam kedatangan, dan bisa lebih detail lagi ketika ada truk yang datang hampir secara bersamaan. Waktu antar kedatangan tersebut berpengaruh langsung pada waktu tunggu truk sebelum melakukan proses registrasi. Semakin banyak jumlah truk dengan selang waktu kecil maka waktu tunggu truk semakin lama dan terjadi antrean truk yang semakin panjang.

Turn Around Time ditunjukkan dengan selang waktu truk berada dalam sistem pelabuhan. Data operasional tersebut ditunjukkan dengan pencatatan jam masuk dan jam keluar terminal untuk setiap nomor polisi kendaraan. Sebagaimana *turn around time*, waktu siklus atau *cycle time* juga ditentukan dengan selisih jam keluar hingga jam masuk kembali untuk setiap nomor polisi. Lama waktu tempuh pengiriman dan kembali lagi ke terminal ditentukan oleh banyak factor. Keadaan tersebut mengakibatkan variasi yang sangat tinggi dalam waktu siklus masing-masing truk.

b. Data Operasional Gudang Pelabuhan

Pada gudang pelabuhan terdapat tiga data operasional yaitu waktu kedatangan curah, luas area *pre gate* dan waktu kedatangan curah. Data tersebut dijelaskan secara spesifik pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. 9 Data Operasional Gudang Pelabuhan

Data	Keterangan
Waktu kedatangan curah	Pencatatan waktu kedatangan curah yang relatif bersamaan dengan jadwal kedatangan kapal.
Luas area <i>pre gate</i>	Luas area <i>pregate</i> menentukan kapasitas area tunggu yang akan mempengaruhi jumlah truk yang dapat ditampung
<i>Layout</i> gudang penyimpanan	Layout gudang menggambarkan penempatan stasiun dan sumber daya yang ada di gudang penyimpanan

Dengan jam buka terminal 24 jam menjadikan *Time Windows* untuk gudang pelabuhan tidak terbatas. Keadaan tersebut memberi keleluasan lebih bagi *customer* untuk mengirimkan truk kapanpun tanpa ada batas jam buka. Disisi lain tentunya akan memberi konsekuensi sumber daya yang lebih dari manajemen terminal.

Data waktu kedatangan curah mengikuti jadwal sandar kapal yang telah ditetapkan manajemen pelabuhan. Kedatangan curah juga ditentukan oleh kecepatan bongkar dari *material handling*. Begitupun untuk transfer barang dari dermaga ke gudang penyimpanan menggunakan *conveyor*.

Data operasional tersebut ditunjukkan dengan waktu kedatangan kapal secara rinci yaitu hari, tanggal, dan jam kedatangan. Waktu kedatangan menunjukkan awal kapal bersandar di dermaga. Waktu akhir kapal akan dihitung setelah kapal meninggalkan dermaga, Selisih dua waktu tersebut menunjukkan waktu bongkar yang dibutuhkan serta dapat menentukan kuantitas bongkar setiap harinya. Pencatatan kuantitas bongkar dibantu dengan data tonase kapal yang bersandar sehingga dapat dilihat rata-rata pembongkaran tiap harinya untuk kondisi normal.

Data operasional gudang pelabuhan berikutnya berupa *layout* gudang yang terdiri atas luas area gudang, rute yang ditempuh yang menunjukkan arah gerak truk, dan posisi setiap sumber daya yang ada. Bentuk *layout* mempengaruhi pergerakan truk yang secara langsung berhubungan dengan waktu proses ataupun waktu tunggu truk secara akumulatif. Selain itu, data luas area *pre-gate* juga perlu diperhatikan untuk mendukung proses operasional pemuatan barang. Data tersebut menunjukkan tingkat daya tampung area untuk akumulasi kedatangan truk yang berbanding lurus dengan jumlah truk yang antre. Semakin besar luas area *pre-gate*, maka daya tampungnya semakin tinggi dan begitupun sebaliknya ketika luas area *pre-gate* diperkecil.

c. Data Operasional Tujuan Pengiriman

Data-data terkait gudang tujuan tidak sepenuhnya didapatkan dalam penelitian ini sehingga jenis data yang dimasukkan hanya berupa data pendukung umum. Data operasional gudang tujuan pengiriman hanya dalam bentuk *time windows* yang berlaku pada tiap-tiap wilayah gudang penyimpanan. Secara rata-rata dapat dilihat jam buka gudang yaitu 24 jam sama dengan gudang asal di pelabuhan. Kondisi tersebut semakin mempermudah untuk mengatur jadwal kedatangan dan keberangkatan truk menuju atau dari terminal.

4.2.3 Data Numerik

Data numerik merupakan data yang digunakan dalam model simulasi sehingga data yang disiapkan harus secara detail dan lengkap. Data-data numerik juga dikelompokkan pada tiga klasifikasi besar yaitu truk, gudang pelabuhan, dan gudang tujuan. Data numerik yang diperlukan untuk truk yaitu kapasitas dan jumlah truk yang digunakan. Sedangkan untuk gudang pelabuhan dibutuhkan kecepatan bongkar dan kapasitas gudang serta gudang pengiriman diperlukan jarak pengiriman. Secara lengkap dapat dilihat pada tabel 4.10 data numerik sistem pergerakan truk pengiriman barang curah kering di bawah ini.

Tabel 4. 10 Data Numerik Sistem Pergerakan Truk Pengiriman Barang Curah

Data	Keterangan
Truk	
Kapasitas truk	Jumlah muat angkut barang curah kering setiap truk dalam satu siklus pengiriman
Jumlah truk	Jumlah truk yang digunakan dalam proses operasional pengiriman barang curah kering.
Gudang penyimpanan	
Kapasitas gudang	Tingkat kesanggupan gudang untuk menyimpan sejumlah curah kering dalam satuan volume.
Kecepatan bongkar	Tingkat kecepatan pemindahan barang curah kering yang dilakukan oleh <i>conveyor</i> dari dermaga menuju silo penyimpanan
Kapasitas <i>loading bay</i>	Kecepatan pemuatan barang dilihat dari jumlah stasiun dan daya tampung curah kering untuk setiap stasiun pengisian
Gudang tujuan pengiriman	
Jarak pengiriman	Jarak titik asal pelabuhan dengan titik tujuan pengiriman, diukur dalam satuan Kilometer

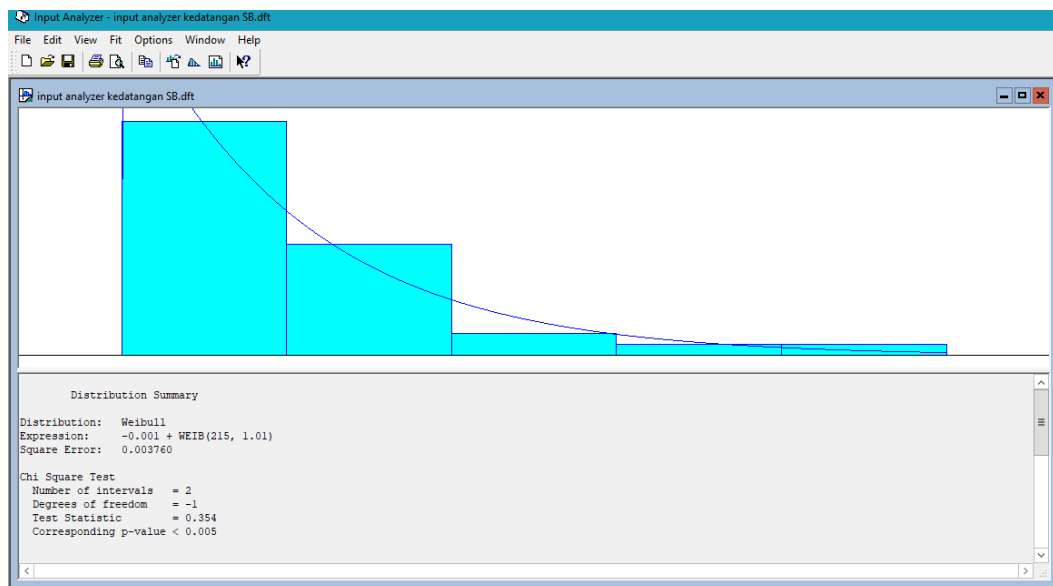
Data numerik kapasitas berbeda setiap truk sesuai dengan jenisnya masing-masing. Kapasitas tersebut menentukan jumlah truk yang harus disediakan sehingga curah kering yang akan dikirim dapat terakomodasi dengan jumlah truk yang ada. Sementara itu kapasitas gudang digunakan untuk melihat daya tampung gudang dalam menerima curah kering dari proses pemindahan yang dilakukan oleh *conveyor*. Kecepatan bongkar tersebut harus disesuaikan dengan tingkat

kedatangan truk agar tidak melebihi kapasitas gudang (*over capacity*) atau sebaliknya jauh dari batas kapasitas gudang (*under utilize*) ketika tingkat kecepatan bongkar lebih kecil disbanding tingkat kedatangan truk. Selain itu, area kapasitas *loading bay* dapat menentukan kecepatan pemuatan barang atau pengisian truk saat berada pada stasiun *loading bay*. Terakhir data numerik berupa jarak pengiriman menentukan waktu siklus dalam pengiriman barang sehingga secara tidak langsung mempengaruhi jumlah truk yang harus disediakan.

4.3 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan setelah semua data pendukung terkumpul untuk kemudian dilakukan proses *fitting distrubution*. Proses *fitting distrubution* diperlukan untuk melihat distribusi dari data yang akan digunakan dalam input model simulasi. Pelaksanaan *fitting distrubution* menggunakan *input analyzer* yang ada *software* Arena. Berikut dua contoh *fitting distrubution* pada data waktu antar kedatangan kapal.

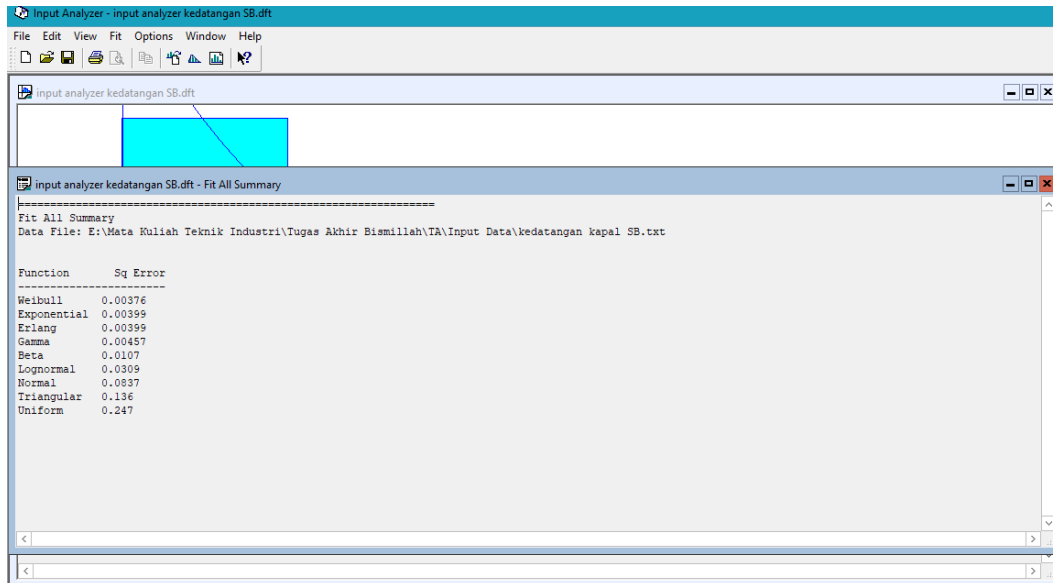
4.3.1 Fitting Distrubution Data Waktu Antar Kedatangan Kapal SBM



Gambar 4. 1 *Fitting Distrubution* Data Waktu Antar Kedatangan Kapal

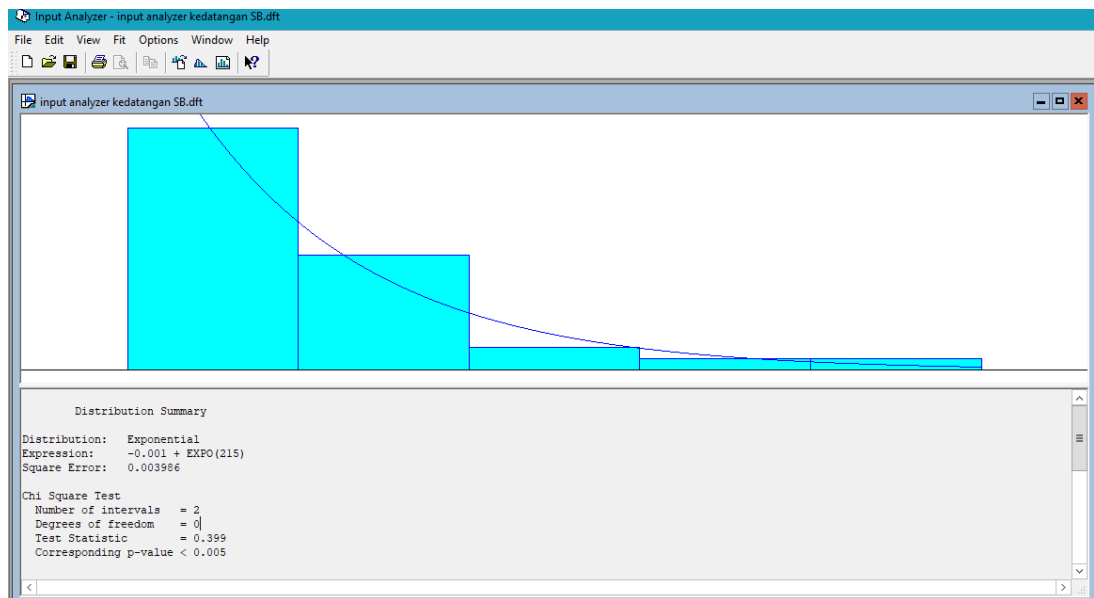
Berdasarkan Gambar 4.1 di atas merupakan hasil *fit all* dari semua kemungkinan distribusi kedatangan kapal terutama untuk jenis curah kering SBM. Dari hasil tersebut diketahui bahwa distribusi terbaik untuk waktu antar kedatangan

kapal yaitu Distribusi Weibull dengan parameter 215 dan 1,01. Untuk dapat melihat kemungkinan distribusi pada waktu antar kedatangan kapal dapat dilihat pada Gambar 4.2 di bawah ini.



Gambar 4. 2 *Fitt All Summary* Waktu Antar Kedatangan Kapal SBM

Pada rangkuman hasil *fitting distribution* waktu antar kedatangan kapal curah soybean dilihat ada delapan jenis distribusi. Masing-masing distribusi memiliki nilai *square error* yang diurutkan dari nilai terkecil hingga besar. Semakin kecil nilai tersebut menandakan distribusi terbaik untuk dipilih sebagai input simulasi. Dalam kasus ini distribusi Weibull memiliki *square error* paling rendah yaitu 0,00376 dan diikuti distribusi eksponensial serta erlang dengan *square error* yang sama yaitu 0,00399.

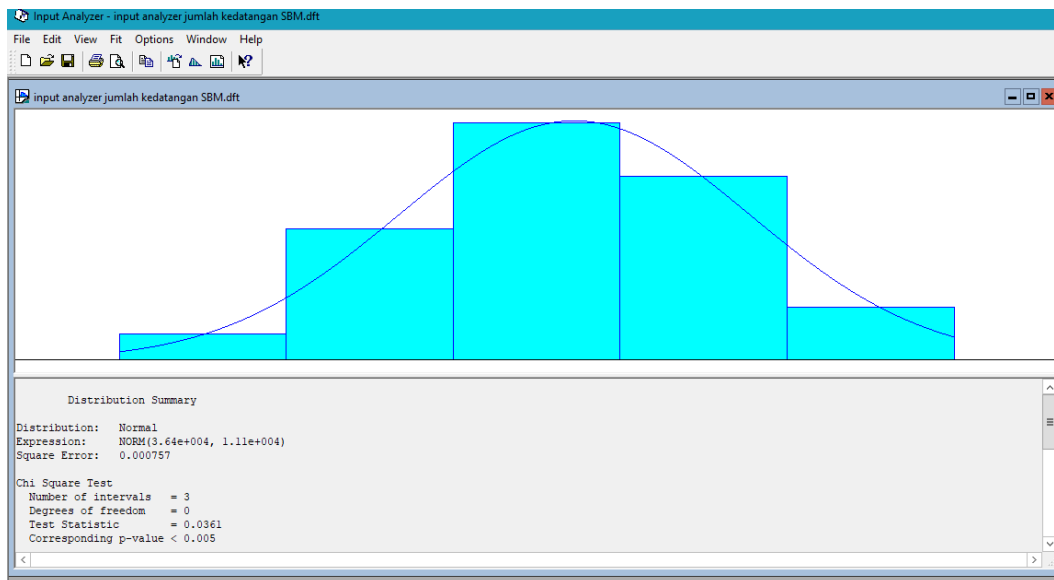


Gambar 4. 3 *Fitting Distrubution* Data Waktu Antar Kedatangan Kapal Pilihan

Pemilihan distribusi terbaik tidak hanya dilihat dari *square error* paling rendah. Faktor lain juga harus diperhatikan yaitu kelengkapan data, perilaku sistem, dan jenis data (diskrit atau kontiniu). Dengan mempertimbangkan ketiga hal tersebut, maka pemilihan distribusi terbaik seperti pada Gambar 4.3 *Fitting Distrubution* Data Waktu Antar Kedatangan Kapal Pilihan yaitu distribusi eksponensial. Pemilihan tersebut dapat mengakomodasi jenis data kontiniu dengan perilaku data waktu antar kedatangan.

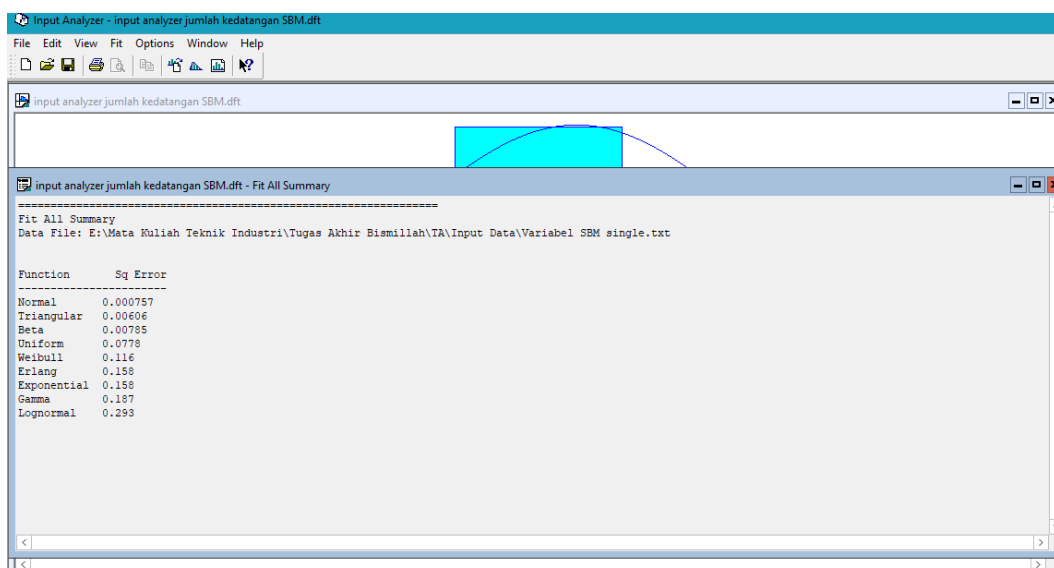
4.3.2 *Fitting Distribution Variable Jumlah Kedatangan Curah Kering SBM*

Sebagaimana data waktu antar kedatangan kapal, data variabel jumlah curah kering SBM juga dilakukan untuk *fitting distribution* dengan proses-proses yang sama dengan sebelumnya.



Gambar 4. 4 *Fitting Distribution* Variabel Jumlah Curah Kering Jenis SBM

Berdasarkan Gambar 4.4 variabel jumlah curah kering jenis SBM di atas merupakan hasil *fit all* dari semua kemungkinan distribusi variabel jumlah curah terutama untuk jenis curah kering SBM. Dari hasil tersebut diketahui bahwa distribusi terbaik untuk waktu antar kedatangan kapal yaitu distribusi normal dengan parameter 3.64e dan 1,11e.



Gambar 4. 5 *Fitt All Summary* Variabel Jumlah Curah Kering Jenis SBM

Pada rangkuman hasil *fitting distribution* SBM. Masing-masing distribusi memiliki nilai *square error* yang diurutkan dari nilai terkecil hingga besar. Semakin kecil nilai tersebut menandakan distribusi terbaik untuk dipilih sebagai input simulasi. Dalam kasus ini distribusi normal memiliki *square error* paling rendah yaitu 0,000757 dan diikuti distribusi eksponensial dengan *square error* yaitu 0,00606.

Pertimbangan pemilihan distribusi data atribut curah kering jenis soybean memiliki faktor yang sama yaitu kelengkapan data, perilaku sistem, dan jenis data (diskrit atau kontiniu). Dengan mempertimbangkan ketiga hal tersebut, maka pemilihan distribusi yaitu distribusi normal. Pemilihan tersebut selain *square error* terkecil juga karena data yang diinput cukup untuk digunakan dalam distribusi normal.

4.3.3 Rekap Pengolahan Data Input Analyzer

Semua data yang dibutuhkan untuk diolah terlebih dahulu dilakukan *input analyzer* pada data primer dan data sekunder yang didapat. Berikut jenis-jenis distrubisi yang dipilih dalam data-data input pada model simulasi.

Tabel 4. 11 Rekap Pengolahan Data *Input Analyzer*

Indeks	Data	Distribusi	Keterangan
A = Sub Model Kedatangan Truk			
A1	Waktu Antar Kedatangan Truk Soybean Romo Margomulyo	9 + EXPO(4.34e+003)	<i>Data History</i>
A2	Waktu Antar Kedatangan Truk Soybean Gresik	5 + EXPO(2.6e+003)	<i>Data History</i>
A3	Waktu Antar Kedatangan Truk Soybean Surabaya	5 + EXPO(3.87e+003)	<i>Data History</i>
A4	Waktu Antar Kedatangan Truk Soybean Sidoarjo	32 + EXPO(1.71e+004)	<i>Data History</i>
A5	Waktu Antar Kedatangan Truk Soybean Pasuruan	22 + EXPO(2.59e+004)	<i>Data History</i>
A6	Waktu Antar Kedatangan Truk SBM Romo Margomulyo	6 + EXPO(1.05e+003)	<i>Data History</i>
A7	Waktu Antar Kedatangan Truk SBM Gresik	8 + EXPO(1.89e+003)	<i>Data History</i>

Indeks	Data	Distribusi	Keterangan
A8	Waktu Antar Kedatangan Truk SBM Surabaya	$15 + \text{EXPO}(1.73\text{e}+003)$	<i>Data History</i>
A9	Waktu Antar Kedatangan Truk SBM Sidoarjo	$24 + \text{EXPO}(1.29\text{e}+003)$	<i>Data History</i>
A10	Waktu Antar Kedatangan Truk SBM Pasuruan	$-0.001 + \text{EXPO}(3.4\text{e}+003)$	<i>Data History</i>
A11	Kapasitas Soybean Romo Margomulyo	$\text{NORM}(27, 2.29)$	<i>Data History</i>
A12	Kapasitas Soybean Gresik	$\text{NORM}(28.1, 3.08)$	<i>Data History</i>
A13	Kapasitas Soybean Surabaya	$\text{NORM}(27, 2.08)$	<i>Data History</i>
A14	Kapasitas Soybean Sidoarjo	$\text{NORM}(27.6, 2.7)$	<i>Data History</i>
A15	Kapasitas Soybean Pasuruan	$\text{NORM}(39.5, 6.47)$	<i>Data History</i>
A16	Kapasitas SBM Margo Mulyo	$15.5 + \text{ERLA}(1.5, 4)$	<i>Data History</i>
A17	Kapasitas SBM Gresik	$7.5 + \text{ERLA}(1.29, 11)$	<i>Data History</i>
A18	Kapasitas SBM Surabaya	$14.5 + \text{ERLA}(2.23, 3)$	<i>Data History</i>
A19	Kapasitas SBM Sidoarjo	$4.5 + \text{ERLA}(0.869, 21)$	<i>Data History</i>
A20	Kapasitas SBM Pasuruan	$5.5 + \text{ERLA}(2.24, 9)$	<i>Data History</i>
A21	Registrasi SPM	$\text{TRIA}(190, 239, 550)$	<i>Data Sampling</i>
A22	Pengecekan Truk	$\text{TRIA}(9, 10, 150)$	<i>Expert Adjustment</i>
A23	Entry Barcode	$\text{TRIA}(24.5, 30, 70.5)$	<i>Data Sampling</i>
B = Sub Model Kedatangan Curah Kering			
B1	Waktu antar Kedatangan Curah SB	$-0.001 + \text{EXPO}(475)$	<i>Data History</i>
B2	Waktu antar Kedatangan Curah SBM	$-0.001 + \text{EXPO}(215)$	<i>Data History</i>
B3	Jumlah Kedatangan Curah SB	$\text{NORM}(3.23\text{e}+004, 1.13\text{e}+004)$	<i>Data History</i>
B4	Jumlah Kedatangan Curah SBM	$\text{NORM}(3.64\text{e}+004, 1.11\text{e}+004)$	<i>Data History</i>
B5	Pembersihan Conveyor	$\text{TRIA}(7, 8, 8.5)$	<i>Expert Adjustment</i>
B6	Pembongkaran	$\text{NORM}(9.22, 2.96)$	<i>Data History</i>
C = Sub Model Pemuatan Barang Curah Kering			
C1	Penimbangan awal	$\text{TRIA}(13.5, 16, 60.5)$	<i>Data Sampling</i>
C2	Proses Loading Soybean LBA1	$\text{TRIA}(2.35\text{e}+003, 3.93\text{e}+003, 5.51\text{e}+003)$	<i>Data History</i>
C3	Proses Loading Soybean LBA2	$\text{TRIA}(2.6\text{e}+003, 5.89\text{e}+003, 7.3\text{e}+003)$	<i>Data History</i>
C4	Proses Loading Soybean LBA3	$666 + \text{LOGN}(1.26\text{e}+004, 4.3\text{e}+004)$	<i>Data History</i>

Indeks	Data	Distribusi	Keterangan
C5	Proses Loading Soybean LBA4	603 + LOGN(9.58e+003, 3.4e+004)	<i>Data History</i>
C6	Proses Loading Soybean LBA5	624 + LOGN(9.55e+003, 3.52e+004)	<i>Data History</i>
C7	Proses Loading SBM LBC1	-	<i>Data History</i>
C8	Proses Loading SBM LBC2	616 + LOGN(1.2e+004, 5.52e+004)	<i>Data History</i>
C9	Proses Loading SBM LBC3	617 + LOGN(1.33e+004, 7.19e+004)	<i>Data History</i>
C10	Proses Loading SBM LBC4	531 + LOGN(1.16e+004, 4.47e+004)	<i>Data History</i>
C11	Proses Loading SBM LBC5	650 + LOGN(1.29e+004, 6.12e+004)	<i>Data History</i>
C12	Proses Loader SBM 901	NORM(1.49e+004, 1.08e+004)	<i>Data History</i>
C13	Proses Loader SBM 904	797 + ERLA(1.45e+004, 1)	<i>Data History</i>
C14	Proses Loader SBM 906	843 + ERLA(1.78e+004, 1)	<i>Data History</i>
C15	Penimbangan akhir	TRIA(11.5, 14, 45.5)	<i>Data Sampling</i>
C16	Pengecekan akhir	TRIA(5,6,60)	<i>Expert Adjustment</i>
D = Sub Model Pengiriman Barang Curah Kering			
D1	Penerbitan Surat	TRIA(89.5, 118, 151)	<i>Data Sampling</i>
D2	Pengiriman Barang Soybean Romo Margomulyo	29 + LOGN(1.52e+003, 4.1e+003)	<i>Data History</i>
D3	Pengiriman Barang Soybean Gresik	185 + LOGN(1.32e+003, 4.63e+003)	<i>Data History</i>
D4	Pengiriman Barang Soybean Surabaya	189 + LOGN(1.69e+003, 6e+003)	<i>Data History</i>
D5	Pengiriman Barang Soybean Sidoarjo	207 + LOGN(7.24e+003, 7.63e+004)	<i>Data History</i>
D6	Pengiriman Barang Soybean Pasuruan	1.08e+003 + LOGN(8.13e+004, 4.92e+006)	<i>Data History</i>
D7	Pengiriman Barang SBM Romo Margomulyo	18 + LOGN(753, 1.07e+003)	<i>Data History</i>
D8	Pengiriman Barang SBM Gresik	-4.44e+003 + LOGN(7.59e+003, 8.94e+003)	<i>Data History</i>
D9	Pengiriman Barang SBM Surabaya	227 + LOGN(888, 1.47e+003)	<i>Data History</i>

Indeks	Data	Distribusi	Keterangan
D10	Pengiriman Barang SBM Sidoarjo	$295 + \text{LOGN}(1.14\text{e}+003, 1.78\text{e}+003)$	<i>Data History</i>
D11	Pengiriman Barang SBM Pasuruan	$567 + \text{LOGN}(5.29\text{e}+003, 1.87\text{e}+004)$	<i>Data History</i>

BAB 5

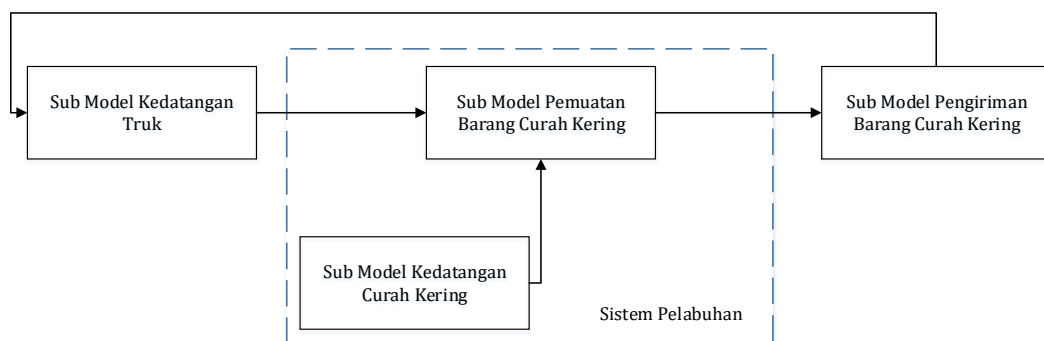
PERANCANGAN MODEL SIMULASI

Pada bab ini dijelaskan mengenai perancangan model dari permasalahan yang diangkat yaitu berupa model konseptual serta model simulasi di *software* Arena. Kemudian dilanjutkan dengan proses verifikasi dan validasi model untuk melihat kesesuaian dengan permasalahan ril yang ada.

5.1 Model Konseptual

Model konseptual merupakan gambaran sistem nyata yang disederhanakan dari seluruh data yang telah dikumpulkan sebagai perwakilan konsep yang diamati. Model konseptual sangat penting untuk menggambarkan tujuan simulasi, input, segala proses, output, dan asumsi yang digunakan. Model konseptual digambarkan dengan beberapa cara seperti daftar komponen, *flow diagram*, *logic flow diagram*, dan diagram lainnya yang relevan. Pada penelitian ini, sistem digambarkan dalam *logic flow diagram* sebagai alur urutan proses.

Model konseptual didasarkan pada alur kerja dari pergerakan truk yang secara logis dan sesuai tata urutan yang terjadi di lapangan. Pada sistem pergerakan truk pengiriman barang curah kering meliputi beberapa sub model yaitu kedatangan truk, kedatangan curah kering, pemuatan barang curah kering, dan pengiriman barang curah kering dari pelabuhan.



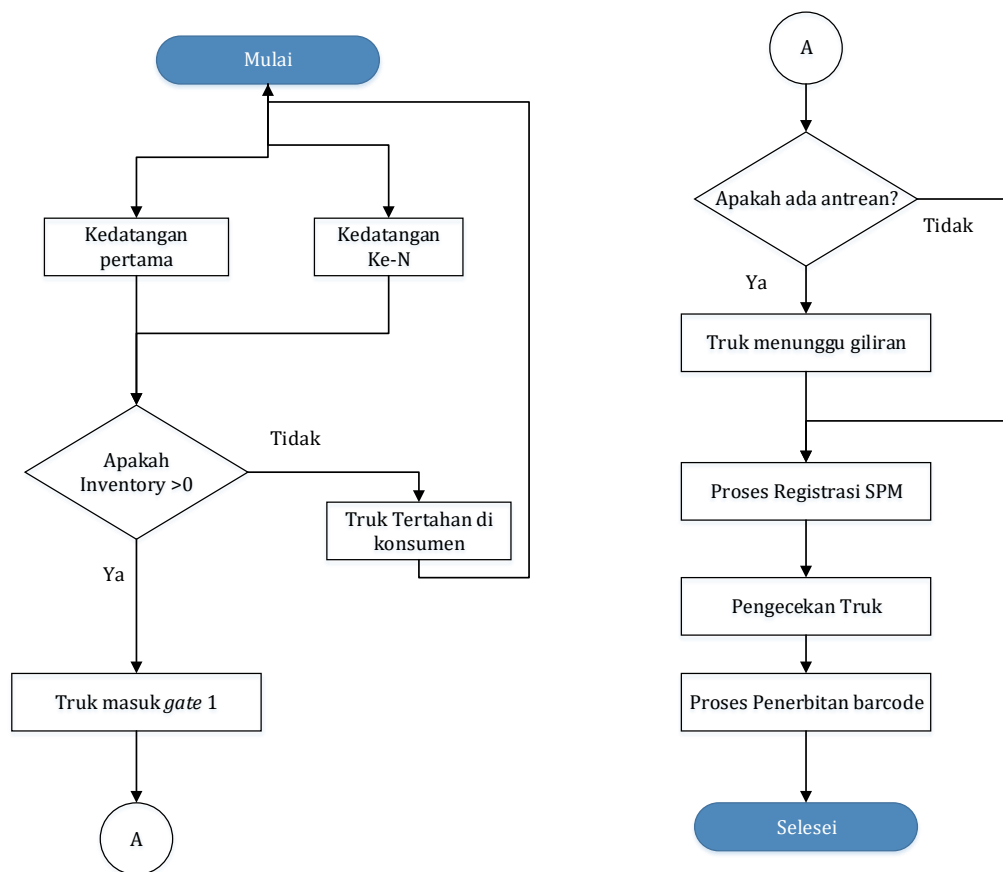
Gambar 5. 1 Kerangka model konseptual sistem pergerakan truk

Kerangka model konseptual sistem pergerakan truk seperti gambar di atas merupakan alur umum proses yang dilewati untuk melakukan pengiriman barang curah kering. Secara umum terdiri atas dua bagian yaitu sistem pelabuhan dan luar pelabuhan. Sistem pelabuhan merupakan area Terminal Teluk Lamong yang menaungi aktivitas-aktivitas jasa pelabuhan terutama *stevedoring* dan *cargodoring*. Sistem pelabuhan dimulai saat entitas memasuki pintu masuk utama pelabuhan. Bagian luar pelabuhan yaitu segala proses penunjang aktivitas utama pelabuhan, dalam kasus ini yaitu aktivitas kedatangan truk dan pengiriman barang curah kering menuju konsumen.

Model konseptual sistem pergerakan truk diawali dengan kedatangan truk dan kedatangan curah kering yang menjadi input dari proses pemuatan barang. Setelah proses pemuatan barang dilanjutkan dengan pengiriman barang ke konsumen. Proses pengiriman ini akan membentuk siklus untuk kembali ke sub model kedatangan truk. Siklus tersebut berlaku seterusnya untuk setiap unit truk yang dimodelkan.

5.1.1 Sub Model Kedatangan Truk

Kedatangan truk merupakan salah satu sub model sistem pergerakan truk sebagai input sub model berikutnya. Kedatangan truk dimulai saat memasuki *gate* 1 sampai memasuki sistem pelabuhan. Model konseptualnya dijelaskan secara rinci pada diagram alir di bawah ini.



Gambar 5. 2 *Logic Flow Diagram* Sub Model Kedatangan Truk

Pada Gambar 5.2 *Logic Flow Diagram* Sub Model Kedatangan Truk dijelaskan bahwa truk dibedakan atas truk awal atau truk yang sudah pengangkutan ke-n. Kemudian sebelum masuk pelabuhan, perlu diperhatikan kondisi *inventory* di gudang pelabuhan. Ketika *inventory* lebih dari nol atau terdapat *inventory* di gudang, maka truk dapat memasuki gate 1. Sebaliknya ketika gudang pelabuhan masih kosong maka truk akan tertahan diluar terminal.

Setelah melewati *gate* 1 yang berada diluar sistem pelabuhan. *Gate* 1 merupakan pintu masuk awal saat truk datang untuk melakukan beberapa proses sebelum memasuki *gate* atau pintu masuk utama. Setelah itu truk menuju area registrasi untuk mendapat Surat Perintah Muat (SPM). Namun ketika adanya antrean, truk akan menunggu giliran dengan adanya *delay* waktu sehingga penumpukan truk terjadi di sekitar area registrasi. Ketika tidak ada antrean, truk dapat langsung melakukan proses registrasi SPM sehingga tidak ada penumpukan

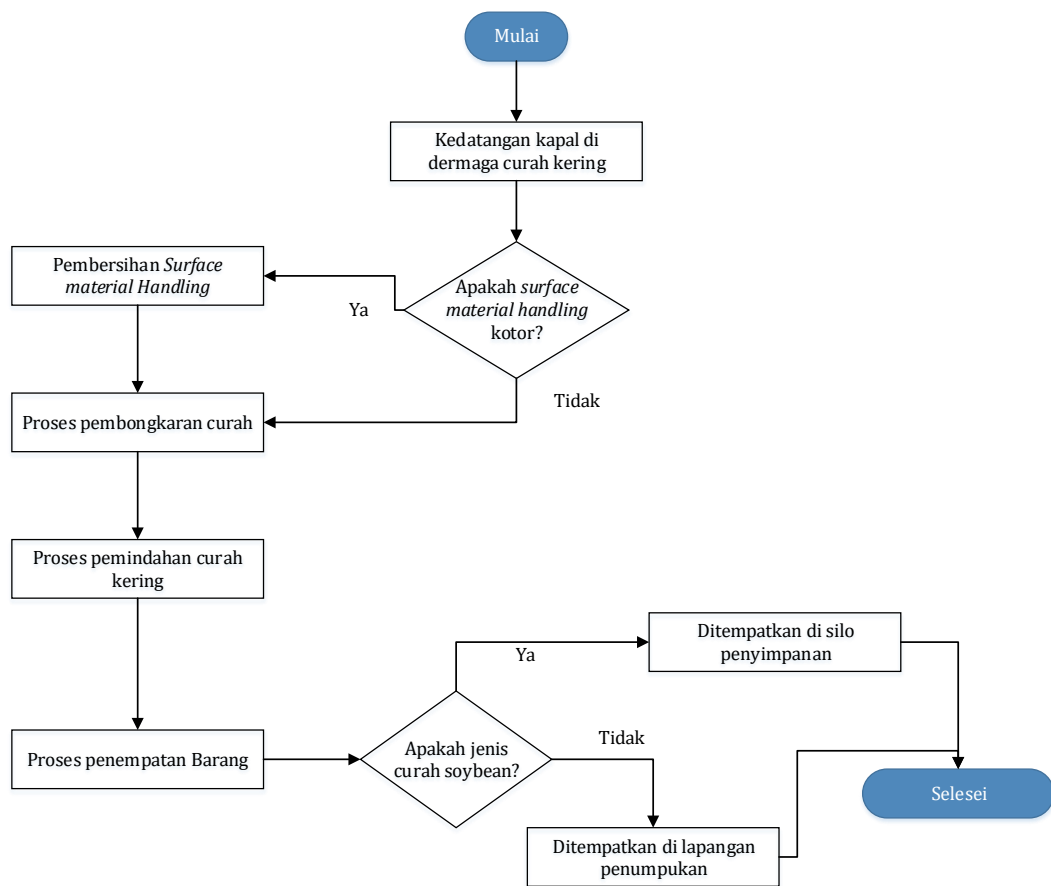
dan waktu menuju proses registrasi menjadi lebih cepat. Proses registrasi dilakukan oleh jasa angkutan Ekspedisi Mobilitas Kapal Laut sebagai pengelola jasa angkutan pengiriman curah.

Setelah Surat Perintah Muat (SPM) diajukan kepada Nusa Prima Logistik (NPL) akan dilakukan proses pengecekan dan verifikasi dengan melihat kondisi area penyimpanan gudang. Proses pengecekan tersebut melihat jumlah truk yang berada dalam *loading line*, ketika jumlah truk tidak lebih dari 60, maka pelabuhan dinyatakan *available* dan diperbolehkan memasuki pintu masuk utama pelabuhan. Namun ketika pelabuhan tidak *available* maka truk akan menunggu giliran sehingga ada *delay* waktu yang berakibat pada penumpukan truk semakin banyak pada area *pre-gate* utama.

Saat pelabuhan *available* dan izin diberikan, maka ada proses pemberian *barcode* ke masing-masing truk yang akan memuat curah kering. Kemudian truk menuju pintu masuk utama terminal dan dilakukan proses pengambilan tanda masuk. Kemudian truk dapat masuk melewati *gate* utama dan menuju gudang penyimpanan barang untuk proses pemuatan barang untuk melakukan proses loading barang.

5.1.2 Sub Model Kedatangan Curah Kering

Sub model kedatangan curah kering berada dalam sistem pelabuhan yang merupakan salah satu aktivitas jasa pelabuhan. Model konseptual untuk bagian kedatangan curah kering perlu juga diperhatikan meskipun tidak berhubungan secara langsung pada sistem pergerakan truk. Kedatangan curah akan mempengaruhi proses pengiriman barang agar tidak ada permasalahan *over capacity* ataupun *under utilize* sehingga pergerakan truk berjalan normal. Berikut diagram alir dari kedatangan curah kering.



Gambar 5. 3 *Logic Flow Diagram* Sub Model Kedatangan Curah Kering

Pada Gambar 5.3 *Logic Flow Diagram* Sub Model Konseptual Kedatangan Curah di atas, kedatangan curah dimodelkan mulai dari kedatangan kapal yang ditandai dengan kapal bersandar di dermaga pelabuhan. Dermaga yang digunakan yaitu dermaga curah kering yang diletakkan berseberangan dengan dermaga domestik dan internasional. Pemilihan dermaga berkaitan dengan jenis barang yang diangkut, dermaga curah kering untuk pembongkaran jenis curah soybean dan *soya bean meal* (SBM) sedangkan dermaga domestik dan internasional untuk barang berupa kontainer.

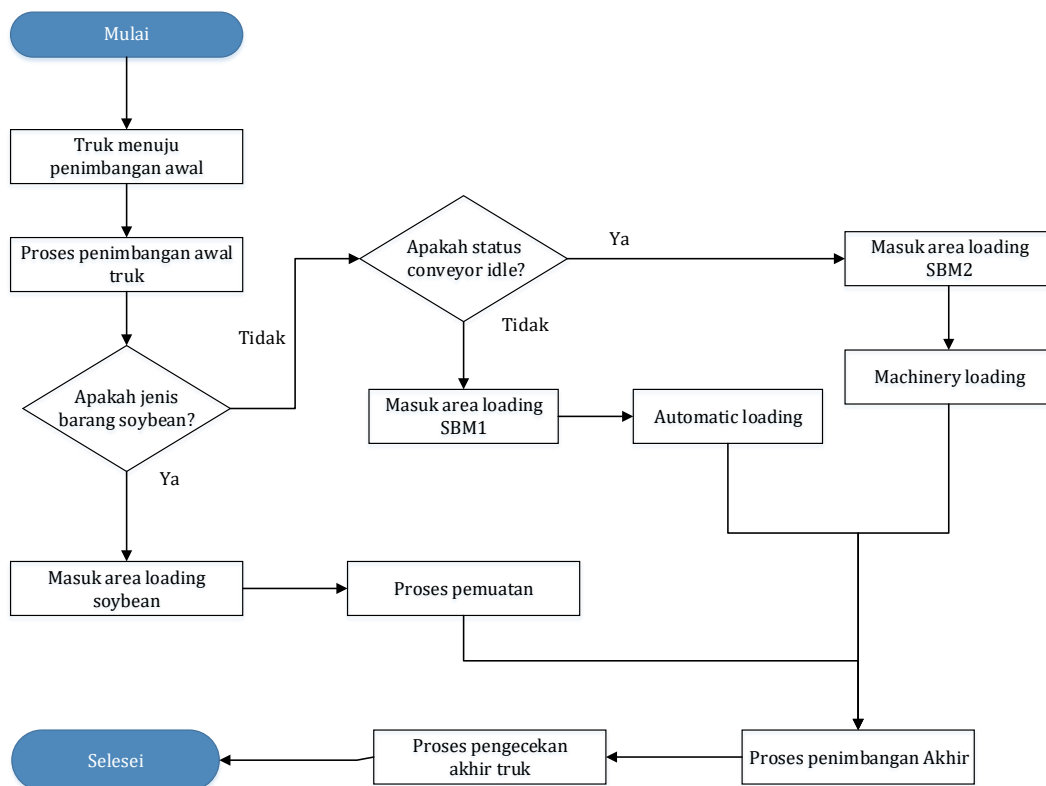
Setelah proses sandar atau *breathing* selesai, dilanjutkan dengan proses pembongkaran barang menggunakan *Grab ship unloader*. Sebelum melakukan pembongkaran, permukaan konveyor akan dilakukan pengecekan terlebih dahulu apakah bersih atau kotor. Ketika permukaan konveyor bersih maka proses pembongkaran dilanjutkan. Namun ketika permukaannya kotor maka akan

dilakukan proses pembersihan terlebih dahulu kemudian dilakukan pembongkaran. Jenis barang juga menentukan proses transfer, saat jenis curah berupa soybean maka proses transfer dapat terus dilanjutkan. Ketika barang curah kering jenis *soya bean meal* (SBM) maka akan dilakukan juga pembersihan permukaan konveyor.

Titik tujuan konveyor yaitu gudang penyimpanan dan akan ada proses penempatan barang setelahnya. Keputusan pemilihan tempat penyimpanan sesuai dengan jenis barang, ketika barang curah berupa soybean maka akan disimpan pada silo penyimpanan dan untuk barang curah berupa *soya bean meal* disimpan pada *flat storage* atau lapangan penumpukan.

5.1.3 Sub Model Pemuatan Curah

Sub model pemuatan curah berada dalam sistem pelabuhan, lebih tepatnya yaitu di area penyimpanan curah. model konseptual pemuatan curah ini merupakan bentuk lanjutan dari proses kedatangan truk.



Gambar 5. 4 Logic Flow Diagram Sub Model Pemuatan Curah

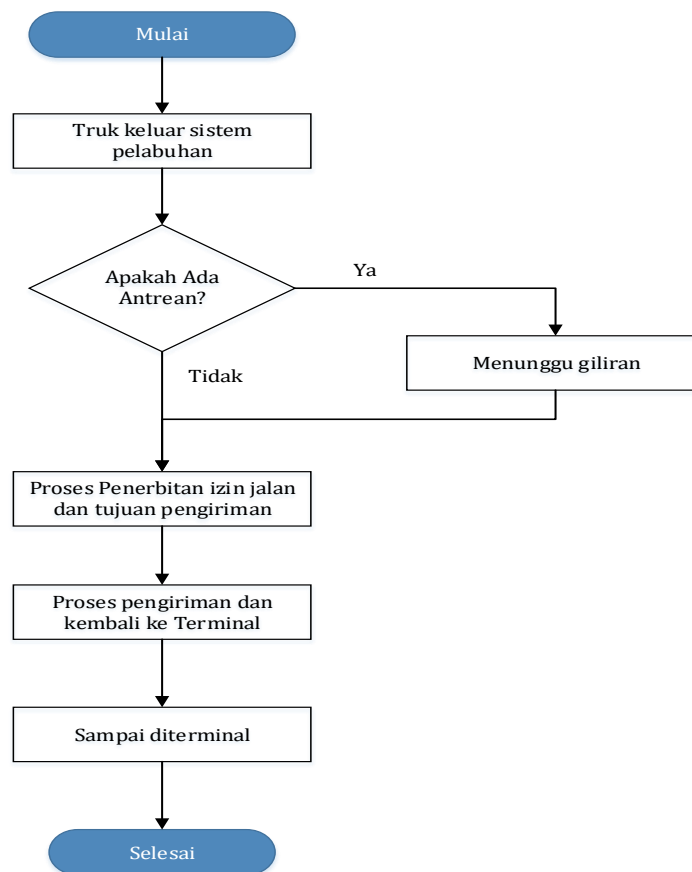
Proses pemuatan barang diawali dengan truk menuju penimbangan awal. Proses penimbangan awal bertujuan untuk mengukur berat truk saat kondisi kosong atau tidak ada barang. Setelah penimbangan selesai dilakukan, truk akan menuju area pemuatan barang sesuai jenis barang curah kering. Ketika truk diperuntukkan untuk mengangkut *soybean*, maka truk akan menuju stasiun *loading bay* A dan melakukan proses pemuatan secara otomatis pada stasiun-stasiun yang ada di *loading bay*.

Sementara itu untuk truk yang mengangkut jenis barang curah kering berupa *soya bean meal* (SBM) akan menuju stasiun *loading bay* C. Berbeda dengan proses pemuatan *soybean*, jenis barang *soya bean meal* dapat dilakukan dengan dua proses yang berbeda sesuai dengan keadaan pemindahan barang dari dermaga ke lapangan penumpukan. Saat conveyor dalam kondisi *idle*, proses pemuatan barang dilakukan secara otomatis dengan *loading bay* dan sebaliknya ketika dalam proses transfer maka pemuatan barang dilakukan secara manual dengan *loader*. Perbedaan alat bantu pemuatan barang akan berakibat pada waktu pengisian yang juga bergantung pada kapasitas truk.

Setelah truk terisi penuh dan keluar dari area pemuatan, proses yang dilakukan selanjutnya yaitu penimbangan akhir untuk melihat berat truk setelah ada muatan barang. Selisih berat akhir dan awal dijadikan perhitungan jumlah kapasitas truk yang terisi. Proses terakhir sebelum meninggalkan area loading barang yaitu pengecekan oleh petugas keamanan. Setelah pendataan dan pengecekan selesai dilaksanakan, truk dapat melakukan pengiriman barang ke tujuan masing-masing dan menuju pintu keluar utama pelabuhan.

5.1.4 Sub Model Pengiriman Barang

Sub model pengiriman barang merupakan bentuk lanjutan dari proses pemuatan barang curah kering. Proses pengiriman barang ini juga akan menjadi siklus pergerakan truk hingga kembali ke terminal pelabuhan. Berikut dijelaskan secara rinci pada diagram alir di bawah ini.



Gambar 5. 5 *Logic Flow Diagram* Sub Model Pengiriman Curah

Pada Gambar 5.5 *Logic Flow Diagram* Sub Model Pengiriman Curah merupakan bentuk konseptual pergerakan truk secara siklus pengiriman barang. Siklus tersebut diawali dari pintu keluar terminal dan berakhir pada pintu masuk terminal yang secara titik koordinat sama. Pergerakan truk dimulai dengan keluarnya dari sistem pelabuhan menuju *container office* untuk mendapatkan proses izin jalan dan tujuan pengiriman. Sebelum melakukan proses tersebut, truk akan dihadapkan pada kondisi antre atau tidak. Ketika ada antrean, maka truk akan menunggu giliran sebelum proses penerbitan izin jalan.

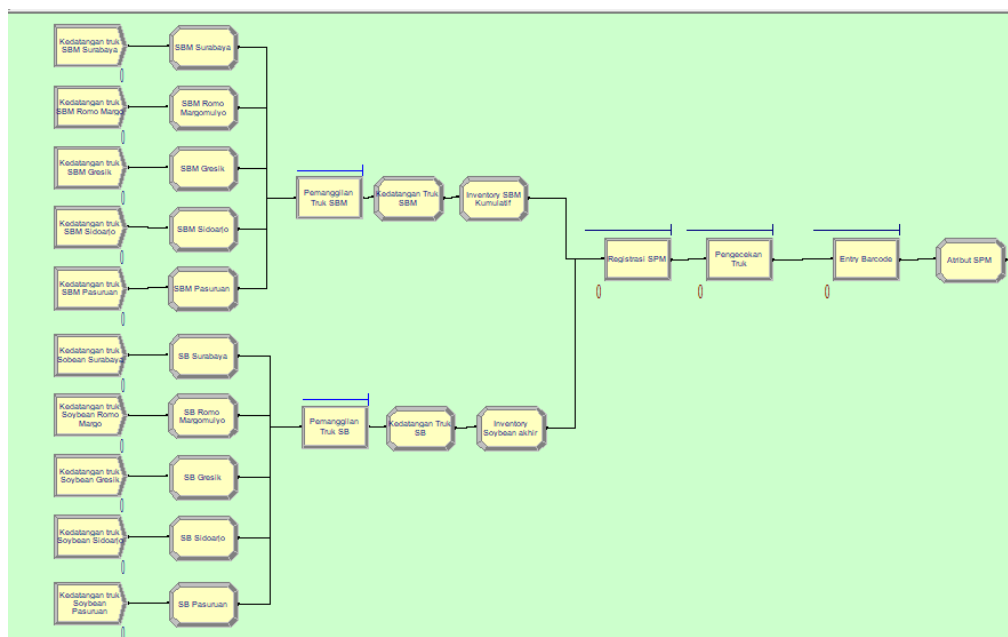
Setelah dapat izin jalan dari EMKL, maka truk akan melakukan pergerakan pengiriman barang ke masing-masing tujuan sesuai yang tertera pada penerbitan surat izin jalan tersebut. Setelah sampai tujuan, truk akan kembali ke terminal untuk melakukan pemuatan barang berikutnya. Waktu tempuh dari rangkaian aktivitas tersebut yaitu *cycle time* atau waktu siklus. Waktu tersebut dipengaruhi oleh jarak tujuan pengiriman dari teluk lamong dan arah sebaliknya.

5.2 Model Simulasi

Perancangan model simulasi disesuaikan dengan alat bantu simulasi yang digunakan. Pada penelitian Tugas Akhir ini menggunakan *Software Arena* sehingga rancangan model disesuaikan dengan sistem model yang ada dalam *software* tersebut. Model simulasi dibuat berdasarkan pada model konseptual yang sebelumnya telah dibuat. Begitu juga dengan sub model yang digunakan yaitu sub model kedatangan truk, sub model kedatangan curah kering, sub model pemuatan curah dan sub model pengiriman barang.

5.2.1 Sub Model Kedatangan Truk

Pada sub model kedatangan truk digambarkan proses-proses yang dilalui entitas truk dari awal masuk *gate* 1 Terminal Teluk Lamong hingga masuk sistem pelabuhan. Dalam model simulasi yang dirancang terdapat beberapa modul yang terdapat pada aplikasi Arena. Modul yang digunakan terdiri atas *basic process* dan *advanced process*. Modul-modul tersebut yaitu *create*, *process*, *assign* untuk *basic process* dan *hold* untuk *advanced process*. Secara detail dijelaskan pada Gambar 5.6 Sub Model Simulasi Kedatangan Truk di bawah ini.



Gambar 5. 6 Sub Model Simulasi Kedatangan Truk

Modul *create* menjadi titik awal entitas truk untuk memulai aktivitas yang ada dalam sistem pergerakan truk pengiriman barang curah kering. Ada 10 jenis modul *create* yang dibedakan atas jenis barang yang diangkut dan tujuan pengiriman. Sebagai pembeda dari beberapa modul *create* yang ada, entitas diberikan atribut dan variable yang didefinisikan dalam modul *assign*. Kemudian untuk modul *process* menggambarkan aktivitas yang dijalani entitas dengan sumber daya yang ada. Semua proses tersebut dilihat dalam satuan waktu yang menunjukkan kinerja dari sistem pergerakan truk pengiriman barang curah kering.

Berkaitan dengan jumlah *inventory* yang akan diangkut oleh entitas truk, diawal diberi inisiasi dengan modul *assign*. Modul tersebut digunakan untuk memicu kedatangan truk ke area terminal untuk melakukan pengiriman. Perintah ini akan dimuat dalam modul *hold*, kondisi tersebut dipicu oleh jumlah *inventory* yang kondisinya lebih dari nol. Variabel *Inventory* dikurangi sesaat truk masuk dalam terminal, sehingga dalam model ini *Inventory* berkurang saat truk akan melakukan registrasi di area *pre-gate*.

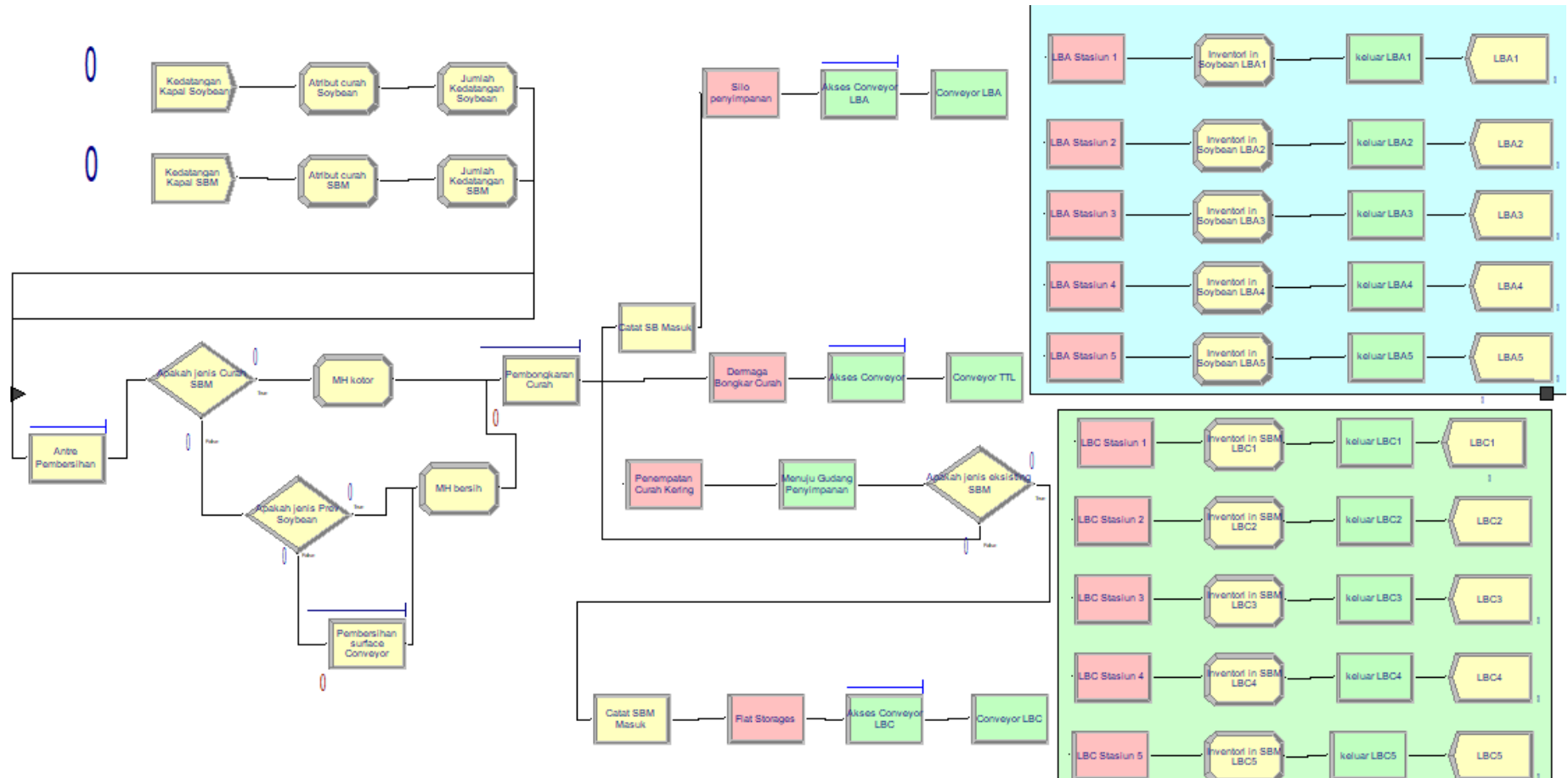
5.2.2 Sub Model Kedatangan Curah Kering

Pada sub model kedatangan curah kering digambarkan proses-proses yang dilalui entitas curah dimulai dari kedatangan kapal di dermaga, pembongkaran barang, pemindahan, hingga barang curah kering tersimpan pada gudang pelabuhan. Dalam model simulasi yang dirancang, terdapat jenis-jenis modul yang terdiri dari *basic process*, *advanced process*, dan *advanced transfer*.

Untuk *basic process* terdapat modul *create* terdiri atas dua jenis yang dibedakan sesuai jenis curah datang, kemudian modul *process* yang menggambarkan beberapa aktivitas penanganan curah hingga ke penyimpanan, modul *decide* dalam penentuan apakah ada pembersihan dan pemisahan jenis penyimpanan barang, modul *assign* untuk membaca atribut dan variable dalam sistem, dan modul *dispose* saat curah dimasukkan dalam truk.

Sementara pada *advanced process* terdapat modul *hold* untuk menahan pembongkaran curah karena ada proses pembersihan yang sedang berlangsung. Setelah itu ada penggunaan modul *readwrite inventory* untuk menampilkan hasil simulasi berupa pencatatan setiap kedatangan curah. Hasil tersebut tercatat dalam file lain untuk mempermudah pembacaan hasil simulasi.

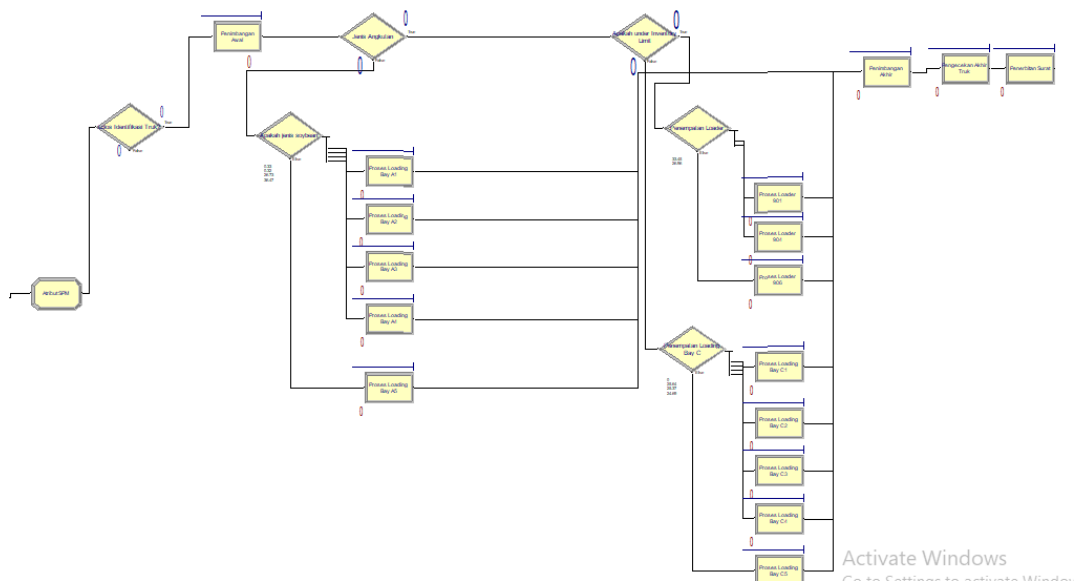
Pada *advanced transfer* terdiri atas modul-modul berupa *station*, *acces*, *convey*, dan *exit*. Modul *station* untuk mengidentifikasi titik awal dan akhir pemindahan curah menggunakan *conveyor*. Penggunaan *conveyor* ditunjukkan dengan modul *convey* yang perlu diakses terlebih dahulu menggunakan modul *acces*. Setelah proses pemindahan dapat diidentifikasi, kemudian dipilih modul *exit* untuk mengeluarkan curah dari conveyor menuju stasiun akhir. Secara detail dapat dilihat pada Gambar 5.7 Sub Model Simulasi Kedatangan Curah Kering.



Gambar 5. 7 Sub Model Simulasi Kedatangan Curah Kering

5.2.3 Sub Model Pemuatan Curah

Pada sub model pemuatan curah digambarkan proses-proses dan aktivitas yang ada pada gudang pelabuhan. Aktivitas dalam pemuatan curah dimulai dari verifikasi *gate* gudang, proses *loading* barang sampai entitas truk keluar dari sistem pelabuhan. Dalam model simulasi yang dirancang, model-model yang digunakan yaitu *process*, *decide*, dan *assign*. Secara detail dijelaskan pada Gambar 5.8 Sub Model Simulasi Pemuatan Barang Curah di bawah ini.



Gambar 5. 8 Sub Model Simulasi Pemuatan Barang Curah

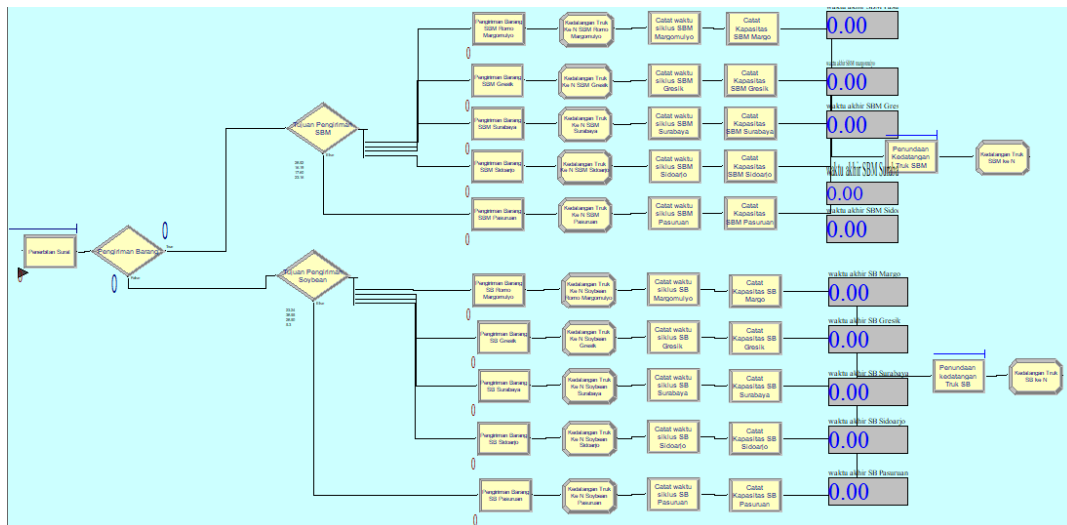
Didahului oleh modul *process entry barcode* yang menghasilkan verifikasi truk apakah sudah terdaftar atau belum. Verifikasi tersebut diakomodasi oleh modul *decide*, dimana ketika lolos verifikasi akan lanjut ke proses penimbangan awal. Ketika tidak maka akan dikembalikan ke area *pre-gate* untuk registrasi ulang. Setelah itu ada model *decide* untuk memisahkan apakah jenis truk berupa soybean atau SBM. Pemisahan tersebut didasarkan pada probabilitas yang didapat dari data *history* pengiriman barang.

Ada dua bagian besar yang secara proses terpisah yaitu bagian pemuatan curah jenis soybean dan jenis curah SBM. Pada jenis curah soybean diberikan modul *decide* untuk memiliki *loading area* berdasar data *history* yang ada. Pada

jenis curah SBM loading area dibagi jadi dua yaitu untuk pemuatan otomatis melalui *loading bay C* dan pemuatan manual dengan menggunakan *loader*. Kemudian setelah melakukan pemuatan, truk melalui proses penimbangan akhir dan pengecekan yang tergambar dalam modul process.

5.2.4 Sub Model Pengiriman Barang

Pada sub model pengiriman barang curah kering ini dimulai dari aktivitas penerbitan surat jalan, pengiriman, dan kembali ke titik awal kedatangan di Terminal. Dalam model simulasi yang dirancang, model-model yang digunakan yaitu *process*, *decide*, *assign*, dan *readwrite*. Secara detail dijelaskan pada Gambar 5. 9 Sub Model Simulasi Pemuatan Barang Curah di bawah ini.



Gambar 5. 9 Sub Model Simulasi Pengiriman Barang

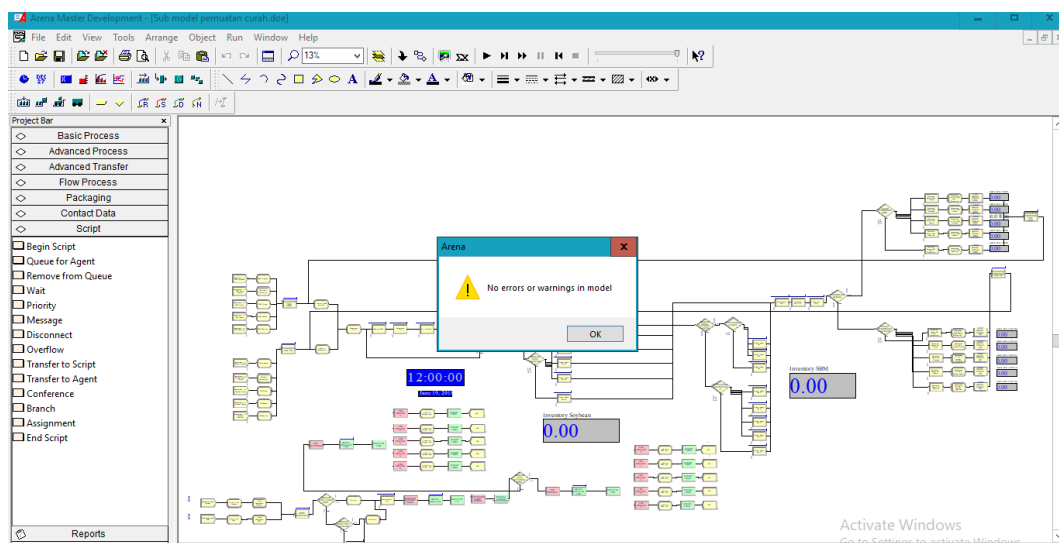
Setelah keluar dari sistem pelabuhan, truk melewati proses penerbitan izin jalan seperti yang terlihat dari modul *process* penerbitan surat. Modul *decide* digunakan untuk membedakan jenis barang yang diangkut, kemudian masing-masing diberikan modul *decide* lagi untuk membedakan tujuan pengiriman. Pembedaan aliran entitas truk ke tujuan pengiriman masing-masing didasarkan pada probabilitas pengiriman yang didapat dari *data history*. Kemudian ada modul *assign* untuk merekap waktu pengiriman serta pemberian atribut kapasitas pada masing-masing truk untuk siklus berikutnya. Kemudian entitas truk akan kembali masuk ke *gate 1* pada terminal namun modul *hold* berfungsi untuk menahan entitas

truk ketika *Inventory* di gudang sedang kosong. Sebelumnya ada perekapan hasil waktu siklus dan kapasitas truk pada siklus tersebut dengan penggunaan modul *readwrite*.

5.3 Verifikasi Model

Proses verifikasi model dilakukan setelah model simulasi selesai dirancang. Model simulasi merupakan terjemahan konseptual yang telah digambarkan dalam model konseptual dan berupa representatif dari sistem nyata. Pada sistem pergerakan truk pengiriman barang curah kering, logika proses dan kesesuaian aktivitas-aktivitas dengan sistem nyata juga harus tergambar dari model simulasi yang dirancang. Dengan demikian mekanisme pengecekan model simulasi dilakukan dalam proses verifikasi model.

Verifikasi model dilakukan secara *syntax* dan *semantic* pada modul-modul yang telah dibentuk. Verifikasi secara *syntax* melihat kesesuaian kodifikasi dan struktur yang tepat. Pada *Software Arena*, proses verifikasi tersebut dapat dilakukan secara sederhana yaitu dengan menekan tombol F4 untuk melihat *debugging*. Hasil dari pengecekan tersebut menunjukkan model sudah terverifikasi ketika tidak ada sinyal *error* yang ditunjukkan. Sebaliknya ketika masih ada peringatan maka harus ada perbaikan struktur dan kodifikasi dari modul-modul yang ada.



Gambar 5. 10 Hasil Verifikasi *Syntax* atau *Debugging*

Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5.10 Hasil Verifikasi *Syntax* atau *Debugging*, model simulasi sistem pergerakan truk pengiriman barang curah kering sudah tidak ada *error* yang ditunjukkan. Dengan demikian secara *syntax* model tersebut sudah terverifikasi. Namun perlu dilakukan pengecekan secara *semantic* yaitu berupa kesesuaian *logical process* yang ada di model simulasi.

Pengecekan secara logika dilakukan dengan melihat proses *running* untuk memperhatikan aliran entitas yang sedang berlangsung. Secara spesifik penyesuaian jalannya model dengan kondisi nyata yaitu dari pergerakan animasi masing-masing entitas. Proses ini sudah dilakukan secara detail untuk setiap proses yang tergambar dalam model dan sudah dilakukan verifikasi secara langsung bersamaan dengan manajemen Nusa Prima Logistik.

5.4 Replikasi

Replikasi merupakan langkah yang perlu dilakukan dalam *running* hasil simulasi. Kegiatan ini merupakan bentuk menjalankan dan menghentikan simulasi dengan cara yang sama dan *set* parameter yang sama pula. Namun perbedaan diantara satu pengulangan dengan pengulangan berikutnya terletak pada bilangan random yang berada secara terpisah. Pada sistem pergerakan truk pengiriman barang, replikasi dibutuhkan untuk menambah presisi hasil simulasi agar mendekati kejadian sistem nyata.

Penentuan replikasi dilihat dengan penghitungan nilai *half width (hw)*. Rumus yang digunakan untuk perhitungan *hw* yaitu melihat output hasil simulasi dengan percobaan jumlah replikasi yang memungkinkan. Selain itu yang perlu diperhatikan lagi yaitu tingkat kepercayaan terhadap pengujian, dalam hal ini berbanding terbalik dengan tingkat error. Berikut rumus *hw* yang digunakan.

$$hw = e = t \left(\frac{\alpha}{2}, n - 1 \right) \times \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Pada sistem pergerakan truk pengiriman barang, tingkat error yang digunakan (**a**) yaitu 5% atau 0,05. Percobaan jumlah replikasi yang (**n**) digunakan yaitu 10 replikasi. Dari kedua data tersebut dicari nilai **t** yang didapat dari tabel yaitu 2,77. Setelah dilakukan *running* model simulasi, didapatkan salah satu output

simulasi berupa waktu siklus pengiriman barang curah kering tujuan Romo-Margomulyo.

Output simulasi menghasilkan 3299 data pengiriman barang dengan 10 replikasi. Dari data tersebut, penghitungan statistik berupa standar deviasi (s) yaitu 141,13. Angka-angka tersebut dimasukkan dalam rumus hw sehingga didapat hasil yaitu 99,074. Setelah dilihat secara persentase jika dibandingkan dengan jumlah data 3299 yaitu 3,01%. Dengan persentase masih dibawah 5%, dapat disimpulkan bahwa 10 replikasi dari model simulasi telah keluar dari fase *transient* hasil simulasi.

Selain penentuan jumlah replikasi, pada pengaturan *running* simulasi juga terdapat *length of replication* yang menunjukkan seberapa lama simulasi akan dijalankan. Pertimbangan dalam penetapan lebar replikasi yaitu kecukupan data untuk menggambarkan sistem nyata. Dalam sistem pergerakan truk pengiriman barang curah kering memiliki data *history* selama dua bulan atau 60 hari. Dengan demikian *length of replication* dari model simulasi pergerakan truk yaitu 60 hari.

5.5 Validasi

Proses validasi dilakukan untuk menguji apakah model yang telah dirancang sebelumnya telah valid untuk kemudian dianalisis. Tujuan dalam melakukan uji validasi adalah kesesuaian model simulasi dengan sistem nyata tanpa adanya perbedaan. Metode yang digunakan untuk uji validasi model yaitu dengan membandingkan output atau hasil simulasi dengan data aktual yang tersedia. Secara statistik validasi didapat dari hasil uji **Student's t** dengan membandingkan hasil simulasi dan data aktual. Menurut (Siswanto, Latiffianti, & Wiratno, 2018) uji *student t* pada dasarnya sama dengan uji hipotesa dua parameter populasi dengan melihat apakah ada perbedaan yang signifikan diantara keduanya. Secara praktis dapat diuji dengan menggunakan bantuan *data analysis* pada *Micorsoft Excel*.

Pada sistem pergerakan truk pengiriman barang curah kering, validasi dilakukan pada empat populasi dari hasil *running* simulasi. Empat populasi tersebut yaitu waktu siklus truk pengiriman barang jenis soybean, waktu siklus truk pengiriman barang jenis SBM, Kapasitas truk pengangkut jenis soybean dan kapasitas truk pengangkut jenis SBM. Setiap populasi tersebut terdiri atas lima area

tujuan pengiriman yaitu Margomulyo, Gresik, Surabaya, Sidoarjo dan Pasuruan. Hasil uji validasi dari masing-masing populasi tersebut yaitu sebagai berikut :

5.5. 1 Uji Dua Parameter Populasi Waktu Siklus Truk Pengiriman Barang Jenis Soybean

Waktu siklus pengiriman barang jenis soybean didapat dari hasil akumulasi waktu proses yang dilalui truk angkut soybean dalam mengirimkan barang. Setiap truk yang datang ke terminal akan tercatat dalam sistem simulasi setelah melakukan *running*. Data tersebut dirangkum untuk kemudian dibandingkan dengan data aktual yang didapat dari data operasional Terminal Teluk Lamong.

Tabel 5. 1 Perbandingan Waktu Siklus Truk Pengiriman Barang Jenis Soybean

Data <i>History</i> Truk Soybean (Dalam Jam)				Hasil Simulasi Truk Soybean (Dalam Jam)		
Tujuan	Total Siklus Waktu	Jam Operasional Truk	Rata-Rata	Total Siklus Waktu	Jam Operasional Truk	Rata-Rata
Margomulyo	2887	106,93	29	5985,37	221	23
Gresik	10097	162,85	24	7817,69	126	30
Surabaya	14799	302,02	34	9337,87	190	36
Sidoarjo	4010	97,80	45	9486,48	677	37
Pasuruan	2980	93,13	51	14529,41	581	57

Data pada Tabel 5.1 di atas menunjukkan perbandingan dua variabel yaitu waktu siklus truk dan jumlah truk yang tersedia digambarkan dalam jam operasional truk untuk masing-masing tujuan pengiriman. Rata-rata waktu siklus dari setiap tujuan pengiriman dibandingkan satu sama lain dengan uji *student's t*. Pengujian tersebut mengasumsikan tidak ada variance diantara dua populasi data yang akan diuji.

Setelah dilakukan uji *student's t* didapatkan hasil perbandingan waktu siklus hasil simulasi dengan data aktual pada Tabel 5.2 Hasil Uji Student's t Data Waktu Siklus Pengiriman Barang Soybean. Pengujian tersebut menghasilkan beberapa hasil data statistik seperti rata-rata populasi, varians, dan lainnya. Untuk rentang nilai t yang dapat diterima tergambar dalam *t Critical two-tail* yaitu 2,306004135. Nilai t akan diterima ketika berada dalam rentang -2,3 dan +2,3 serta akan semakin baik ketika mendekati nol.

Tabel 5. 2 Hasil Uji Student's t Data Waktu Siklus Pengiriman Barang Soybean

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances		
	Data Aktual	Hasil Simulasi
Mean	37,27813	37,19527
Variance	158,1053	121,7251
Observations	5	5
Pooled Variance	139,9152	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	8	
t Stat	0,011076	
P(T<=t) one-tail	0,495717	
t Critical one-tail	1,859548	
P(T<=t) two-tail	0,991434	
t Critical two-tail	2,306004	

Pada running simulasi sistem pergerakan truk pengiriman barang soybean didapat nilai t pada pengujian yaitu 0,011076. Nilai tersebut berada dalam rentang penerimaan sehingga tidak terdapat perbedaan signifikan dalam dua populasi data yang diuji. Dengan demikian model dapat dikatakan valid dari hasil pengujian output waktu siklus pengiriman barang soybean.

5.5. 2 Uji Dua Parameter Populasi Waktu Siklus Truk Pengiriman Barang Jenis SBM

Sama dengan waktu siklus pengiriman barang jenis soybean, waktu siklus truk angkut SBM juga didapat dari hasil akumulasi waktu proses yang dilalui truk angkut SBM dalam mengirimkan barang. Setiap truk yang datang ke terminal akan tercatat dalam sistem simulasi setelah melakukan *running*. Data tersebut dikelompokkan dalam dua variabel yaitu waktu siklus truk dan jumlah truk yang tersedia untuk masing-masing tujuan pengiriman. Rata-rata waktu siklus dari setiap tujuan pengiriman dibandingkan satu sama lain dengan uji *student's t*.

Tabel 5. 3 Perbandingan Waktu Siklus Truk Pengiriman Barang Jenis SBM

Data <i>History</i> Truk SBM (Dalam Jam)				Hasil Simulasi Truk SBM (Dalam Jam)		
Tujuan	Total Siklus Waktu	Jam Operasional Truk	Rata-Rata	Total Siklus Waktu	Jumlah Truk Tersedia	Rata-Rata
Margomulyo	14012	189	28	10182,24	137	40
Gresik	7176	130	26	13051,82	237	52
Surabaya	9264	149	33	14256,52	229	57
Sidoarjo	11270	104	37	13381,14	123	53
Pasuruan	8661	481	42	18966,25	228	75

Setelah dilakukan uji *student's t* didapatkan hasil perbandingan waktu siklus hasil simulasi dengan data aktual pada Tabel 5.4 Hasil Uji *Student's t* Data Waktu Siklus Pengiriman Barang SBM. Rentang nilai *t* yang dapat diterima tergambar dalam *t Critical two-tail* yaitu 2,306004135. Pada running simulasi sistem pergerakan truk pengiriman barang soybean didapat nilai *t* pada pengujian yaitu -1,02182 dan berada pada rentang penerimaan.

Tabel 5. 4 Hasil Uji Student's *t* Data Waktu Siklus Pengiriman Barang SBM

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances		
	Data Aktual	Hasil Simulasi
Mean	33,56126	37,8704
Variance	44,00403	44,91664
Observations	5	5
Pooled Variance	44,46033	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	8	
t Stat	-1,02182	
P(T<=t) one-tail	0,168385	
t Critical one-tail	1,859548	
P(T<=t) two-tail	0,33677	
t Critical two-tail	2,306004	

Jika dibandingkan dengan waktu siklus truk pengiriman soybean, nilai uji truk SBM lebih mendekati nol sehingga hampir tidak terdapat perbedaan dalam dua populasi data yang diuji. Dengan demikian model dapat dikatakan valid dari hasil pengujian *output* waktu siklus pengiriman barang SBM.

5.5. 3 Uji Dua Parameter Populasi Kapasitas Truk Pengangkut Jenis Soybean

Kapasitas truk dalam simulasi sistem pergerakan truk termasuk data probabilistik sehingga perlu dilihat kesesuaian hasil simulasi dengan data aktual. Kapasitas truk pengangkut jenis soybean menunjukkan pengurangan *Inventory* dari setiap truk yang melakukan pemuatan barang. Dalam model simulasi, kapasitas tersebut dijadikan atribut yang selalu berubah secara random sesuai distribusi data aktual yang diinputkan. Data tersebut dikelompokkan dalam dua variabel yaitu jumlah truk dan kapasitas truk untuk kemudian dibandingkan antara kapasitas aktual dengan kapasitas hasil simulasi. Secara lengkap dua data yang dibandingkan dapat dilihat pada Tabel 5.5 di bawah ini.

Tabel 5. 5 Perbandingan Kapasitas Truk Pengiriman Barang Jenis Soybean

Kapasitas Aktual Truk Soybean (Dalam Ton)			Kapasitas Simulasi Truk Soybean (Dalam Ton)	
Tujuan	Jumlah Truk Tersedia	Rata-Rata	Jumlah Truk Tersedia	Rata-Rata
Margomulyo	27	28	27	27,05
Gresik	62	27	62	28,09
Surabaya	49	27,00	49	26,98
Sidoarjo	14	27,58	14	27,36
Pasuruan	25	39,53	25	40,16

Setelah dilakukan uji *student's t* didapatkan hasil perbandingan kapasitas truk angkut Soybeans seperti dalam Tabel 5.6 hasil uji *student's t* data kapasitas truk angkut barang Soybean. Rentang nilai *t* yang dapat diterima tergambar dalam *t critical two-tail* yaitu 2,306004135. Pada running simulasi sistem pergerakan truk pengiriman barang soybean didapat nilai *t* pada pengujian yaitu -0,030359137 dan berada pada rentang penerimaan. Nilai tersebut berada mendekati nol dan menunjukkan hampir tidak ada perbedaan diantara kedua populasi data yang diuji.

Tabel 5. 6 Hasil Uji Student's t Data Kapasitas Truk Angkut Barang Soybean

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances		
	Data Aktual	Hasil Simulasi
Mean	29,82317063	29,93054085
Variance	29,61996343	32,92018344

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances		
	Data Aktual	Hasil Simulasi
Observations	5	5
Pooled Variance	31,27007344	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	8	
t Stat	-0,030359137	
P(T<=t) one-tail	0,48826218	
t Critical one-tail	1,859548038	
P(T<=t) two-tail	0,976524359	
t Critical two-tail	2,306004135	

5.5. 4 Uji Dua Parameter Populasi Kapasitas Truk Pengangkut Jenis SBM

Secara umum tidak dapat perbedaan signifikan antara kapasitas angkut truk jenis Soybean dan SBM. Kapasitas angkut jenis SBM relatif sedikit lebih kecil dibandingkan dengan Soybean karena karakter bahan SBM yang cenderung lebih ringan dan mudah terbawa angin sehingga tidak bisa dilakukan pemuatan penuh pada setiap truk. Kapasitas truk pengangkut jenis SBM dibandingkan antara data aktual dengan data hasil simulasi. Kedua data tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.7 Perbandingan Kapasitas Truk Pengiriman Barang Jenis SBM di bawah ini.

Tabel 5. 7 Perbandingan Kapasitas Truk Pengiriman Barang Jenis SBM

Kapasitas Aktual Truk Soybean (Dalam Ton)			Kapasitas Simulasi Truk Soybean (Dalam Ton)	
Tujuan	Jumlah Truk Tersedia	Rata-Rata	Jumlah Truk Tersedia	Rata-Rata
Margomulyo	74	21	74	21,37
Gresik	55	22	55	21,69
Surabaya	62	21	62	21,03
Sidoarjo	108	23	108	22,73
Pasuruan	83	26	83	25,87

Setelah dilakukan uji *student's t* didapatkan hasil perbandingan kapasitas truk angkut Soybeans seperti dalam Tabel 5.8 hasil uji *student's t* data kapasitas truk angkut barang SBM. Rentang nilai *t* yang dapat diterima tergambar dalam *t Critical two-tail* yaitu 2,306004135. Pada running simulasi sistem pergerakan truk

pengiriman barang soybean didapat nilai t pada pengujian yaitu 0,047051 dan berada pada rentang penerimaan. Dengan demikian data hasil simulasi kapasitas truk angkut jenis barang SBM tidak ada perbedaan signifikan sehingga model dapat dikatakan valid.

Tabel 5. 8Hasil Uji Student's t Data Kapasitas Truk Angkut Barang SBM

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances		
	Data Aktual	Hasil Simulasi
Mean	22,6	22,53985375
Variance	4,3	3,870638201
Observations	5	5
Pooled Variance	4,085319	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	8	
t Stat	0,047051	
P(T<=t) one-tail	0,481813	
t Critical one-tail	1,859548	
P(T<=t) two-tail	0,963626	
t Critical two-tail	2,306004	

Dari uji validasi terhadap output hasil simulasi pada empat populasi diatas dapat disimpulkan bahwa model sistem pergerakan truk pengiriman barang curah kering sudah valid. Semua uji student's t menunjukkan hasil semua nilai t berada dalam rentang yang ditentukan t Critical two-tail yaitu 2,3. Dengan demikian model dapat digunakan untuk analisis evaluasi dan pemberian skenario perbaikan terhadap permasalahan operasional yang ada pada Terminal Teluk Lamong.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 6

EKSPERIMEN DAN ANALISIS

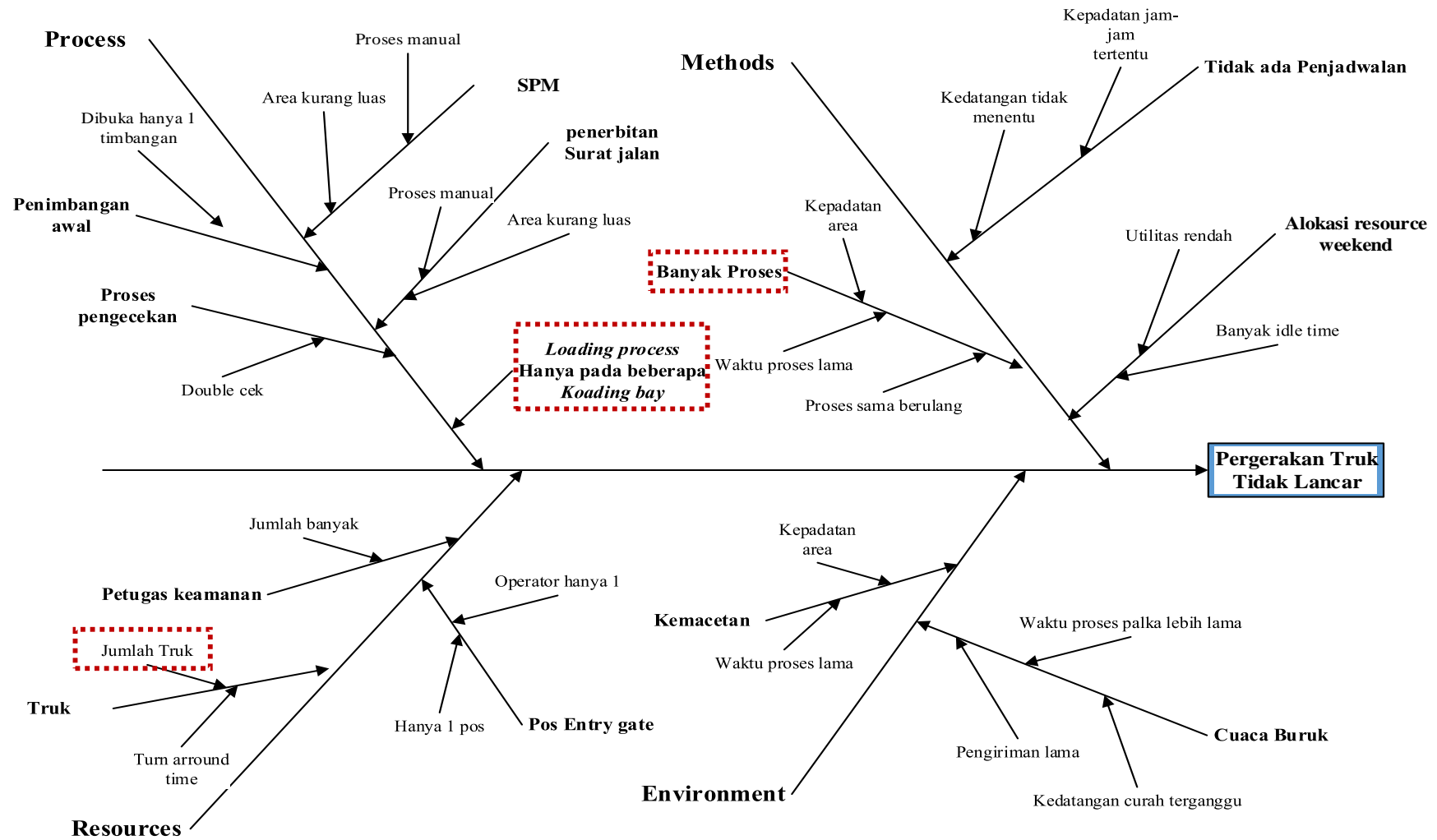
Bab ini diawali dengan evaluasi sistem pergerakan truk sebagai dugaan permasalahan sistem, kemudian dilakukan eksperimen dan analisis hasil skenario dari model yang telah dibuat dan mencari skenario terbaik yang bisa diterapkan.

6.1 Evaluasi Sistem Pergerakan Truk Pengiriman Barang

Langkah awal dalam melihat permasalahan sistem pergerakan truk pengiriman barang yaitu dengan melakukan evaluasi. Metode evaluasi yang digunakan yaitu analisis diagram tulang ikan atau *fishbone diagram*. Indikasi besar yang dilihat dalam permasalahan ini yaitu proses pergerakan truk tidak berjalan lancar.

Analisis evaluasi sistem pergerakan truk pengiriman barang dapat dilihat pada Gambar 6.1 *Fishbone Diagram* Sistem Pergerakan Truk Pengiriman Barang Curah Kering. Pada gambar tersebut terdapat empat entitas permasalahan sebagai klasifikasi dari beberapa masalah yang terdapat dalam sistem. Entitas tersebut yaitu *process*, *methods*, *resources*, dan *environment*. Setiap entitas memiliki beberapa atribut yang masing-masing menjadi permasalahan turunan yang terjadi pada setiap entitas yang ada.

Entitas proses yaitu berupa proses-proses yang dilewati oleh truk saat mulai memasuki pelabuhan hingga keluar untuk melakukan pengiriman. Beberapa atribut dalam entitas proses yaitu penerbitan SPM yang dilihat masih manual dan luas area yang kurang, proses penerbitan surat jalan yang juga masih manual dan luas area kurang, proses penimbangan awal yang hanya dibuka untuk satu WB-in atau timbangan, dan adanya *double check* pada proses pemeriksaan truk.



Gambar 6. 1 *Fishbone Diagram* Sistem Pergerakan Truk Pengiriman Barang Curah Kering

Entitas *methods* yaitu berupa mekanisme aliran truk yang sudah dijalankan oleh Terminal Teluk Lamong saat ini. Metode tersebut dilihat sebagai penentuan aliran proses pelayanan truk dimulai dari kedatangan hingga keluar sistem pelabuhan. Atribut dalam entitas ini yaitu tidak ada penjadwalan kedatangan truk sehingga kedatangan hanya pada jam-jam tertentu dan tidak menentu. Selain dari aliran proses, pengaturan alokasi *resource* juga dilihat sebagai permasalahan sekunder yang mengakibatkan utilitas rendah dan banyaknya *idle time* saat *weekend*. Atribut terakhir yaitu banyaknya proses yang ditandai dengan kepadatan pada beberapa area, waktu proses lama, dan proses yang berulang.

Entitas *resources* yaitu sumber daya yang dimiliki oleh teluk lamong berupa karyawan, alat, perlengkapan dan fasilitas-fasilitas yang ada. Dalam hal ini truk dikelompokkan juga sebagai sumber daya walaupun kepemilikannya bukan oleh Teluk Lamong. Adapun atribut terkait yaitu petugas keamanan yang jumlahnya banyak, pos *entry barcode* yang hanya satu dan juga hanya ada satu operator, serta jumlah truk dan *turn around time* tiap truk yang belum teratur dengan baik.

Entitas terakhir yaitu lingkungan atau *environment* berupa kendala-kendala yang diluar kontrol dari Manajemen Teluk Lamong. Adapun antribut terkait yaitu cuaca buruk yang berakibat pada waktu proses palka lebih lama, waktu pengiriman, dan kedatangan curah yang terganggu. Atribut lainnya yaitu kemacetan yang berpengaruh pada kedatangan truk dan waktu proses pengiriman.

Berdasarkan entitas dan atribut yang ada, beberapa dugaan awal yang menjadi kendala tidak lancarnya sistem pergerakan truk pengiriman barang yaitu sebagai berikut :

a. Jumlah truk pada entitas reosurces

Pada kondisi ril di lapangan, kebutuhan jumlah truk sangat tinggi dengan tingkat pembongkaran yang sudah terstandarisasi karena telah menggunakan sistem otomasi. Ketika jumlah truk dibawah standar kecepatan bongkar maka akan terjadi ketidalandaran pengiriman yang berakibat *Inventory* meningkat dan waktu sandar kapal lebih lama. Begitupun sebaliknya ketika disedikan truk dalam jumlah besar, area sistem pelabuhan tidak cukup untuk menampung jumlah truk. Kondisi tersebut ditambah lagi ketidakteraturan jam kedatangan truk sehingga jumlah anterian semakin besar.

b. Standard Operating Procedure (SOP)

Pengiriman barang curah kering memiliki *Standard Operating Procedure* (SOP) yang ditaati semua pihak yang telibat. SOP tersebut masuk dalam entitas metode sebagai

mekanisme pengiriman barang dalam mengatur proses yang akan dilewati truk selama berada dalam pelabuhan dimulai saat masuk *gate* 1. Banyak proses yang cenderung berulang dan memakan waktu lama untuk melayani setiap truk yang datang. Proses tersebut khususnya dalam penerbitan Surat Perintah Muat di area pre-gate. Indikasi kemacetan yang diakibatkan proses yang belum optimal sehingga perlu adanya perubahan mekanisme terutama untuk penerbitan SPT.

c. Loading bay Tidak Semua Dibuka Untuk Pelayanan Proses Pemuatan Curah

Salah satu waktu proses yang memakan banyak waktu adalah proses pemuatan curah kering. Dari lima stasiun yang ada untuk pemuatan curah jenis SBM, *Loading bay* A hanya diperuntukkan untuk jenis truk gandeng. Keadaan tersebut memperpanjang antrean dan memperlama waktu proses pelabuhan secara keseluruhan. Dengan kondisi tersebut perlu adanya pengaturan ulang sumber daya terutama dalam proses pemuatan barang curah kering.

6.2 Eksperimen

Setelah model simulasi yang dirancang telah terverifikasi dan valid, maka dilakukan eksperimen untuk melihat kondisi sistem. Dalam eksperimen tersebut dilakukan percobaan untuk melihat kondisi aktual dan kondisi skenario setelah perbaikan.

6.2.1 Kondisi Aktual

Kondisi sistem pergerakan truk pengiriman barang curah kering dapat dilihat dari hasil *running* model simulasi. Hasil tersebut merupakan kondisi *eksisting* untuk melihat dugaan evaluasi dan indikator pengukuran yang telah ditetapkan. Ada beberapa output yang didapat dari *running* model simulasi, yaitu diantaranya waktu siklus *Soybean*, *sevicel level* untuk pengiriman soybean, waktu siklus SBM, kapasitas SBM, *sevicel level* untuk pengiriman SBM, dan utilitas *loading bay*.

Tabel 6. 1 Output Simulasi Waktu Siklus Pengiriman Curah Jenis Soybean

No	Tujuan Pengiriman	Total Waktu Siklus (Jam)	Jumlah Truk	Rata-rata waktu siklus (Jam)
1	Romo Margomulyo	10182,24	1621	30,73
2	Gresik	13051,84	2551	32,21
3	Surabaya	14256,52	1882	37,03

No	Tujuan Pengiriman	Total Waktu Siklus (Jam)	Jumlah Truk	Rata-rata waktu siklus (Jam)
4	Sidoarjo	13381,14	310	43,52
5	Pasuruan	18966,25	56	45,87

Tabel 6.1 di atas menunjukkan output simulasi waktu siklus truk untuk pengiriman curah kering jenis soybean. Simulasi yang dilakukan selama 60 hari menghasilkan waktu siklus total dari masing-masing tujuan pengiriman yaitu Romo Margomulyo, Gresik, Surabaya, Sidoarjo, dan Pasuruan. Selain waktu siklus, jumlah pengangkutan juga tercatat dalam hasil simulasi sehingga setiap tujuan pengiriman dapat dilihat waktu siklusnya masing-masing secara rata-rata. Hasil tersebut menunjukkan rata-rata waktu siklus secara berurutan yaitu 31 jam, 32 jam, 37 jam, 43 jam, dan 45 jam.

Tabel 6. 2 Output Simulasi Waktu Siklus Pengiriman Curah Jenis SBM

No	Tujuan Pengiriman	Total Waktu Siklus (Jam)	Jumlah Truk	Rata-rata waktu siklus (Jam)
1	Romo Margomulyo	5985,37	2847	23,66
2	Gresik	7817,698	1397	30,90
3	Surabaya	9337,876	1247	36,91
4	Sidoarjo	9486,478	1064	37,50
5	Pasuruan	14529,41	69	57,43

Tabel 6.2 di atas menunjukkan output simulasi waktu siklus truk untuk pengiriman curah kering jenis SBM. Secara total, waktu siklus truk untuk pengiriman SBM lebih besar dibanding waktu soybean karena jumlah pengangkutan SBM lebih banyak. Namun secara rata-rata relatif lebih kecil yaitu secara berurutan 24 jam, 31 jam, 37 jam, 37, dan 57 jam.

Tabel 6. 3 *Service Level* untuk Pengiriman Curah Kering Jenis Soybean

No	Tujuan Pengiriman	Jumlah Kedatangan SB (Ton)	Total Kapasitas (Ton)	Rate Pengiriman Curah (Ton)
1	Romo Margomulyo	862377,73	38092,57	1269,75
2	Gresik		39552,29	1318,41
3	Surabaya		37400,61	1246,69
4	Sidoarjo		4979,22	165,97
5	Pasuruan		2249,201141	74,97

No	Tujuan Pengiriman	Jumlah Kedatangan SB (Ton)	Total Kapasitas (Ton)	Rate Pengiriman Curah (Ton)
	<i>Service level</i> sistem secara umum	14%	122273,88	4075,80
	<i>Service level</i> sistem target manajemen	27%		

Tabel 6.3 *Service level* untuk pengiriman curah kering jenis Soybean dihasilkan dari pencatatan kapasitas truk tiap pengiriman. Kapasitas truk ini menjadi pemicu pengurangan *Inventory* dalam model simulasi yang dirancang. Tingkat pengiriman curah merupakan total pengangkutan curah dalam ton setiap harinya. Tingkat pengiriman tersebut tercatat setiap pengiriman ke masing-masing tujuan pengiriman. Sementara untuk *service level* didapat dari jumlah *Inventory* yang keluar dibandingkan dengan jumlah kedatangan *soybean*.

Service level dilihat dari dua sisi yaitu sistem secara umum dan sistem dalam target manajemen pengelolaan. Pada sistem umum, jumlah kedatangan Soybean dibanding dengan total soybean keluar sehingga didapat *service level* 14%. Sistem dalam target manajemen membandingkan antara jumlah pengiriman curah setiap hari dibandingkan dengan target pengeluaran dari manajemen sebesar 30.000 ton sehingga didapat *service level* yaitu 27%. Hasil ini menunjukkan kinerja sistem pengiriman yang masih buruk dan perlu pengaturan ulang sehingga *service level* naik.

Tabel 6. 4 *Service level* untuk Pengiriman Curah Kering Jenis SBM

No	Tujuan Pengiriman	Jumlah Kedatangan SBM (Ton)	Total Kapasitas (Ton)	Rate Pengiriman Curah (Ton)
1	Romo Margomulyo	2314635,36	33419,09	556,98
2	Gresik		12517,43	208,62
3	Surabaya		5237,60	87,29
4	Sidoarjo		23913,36	398,56
5	Pasuruan		60808,71	1013,48
	<i>Service level</i> sistem secara umum	6%	135896,19	2264,94
	<i>Service level</i> sistem target manajemen	15%		

Tabel 6.3 *Service level* untuk pengiriman curah kering jenis SBM dihasilkan dari pencatatan kapasitas truk tiap pengiriman. Tidak jauh berbeda dengan jenis Soybean, pada pengiriman SBM juga memiliki dua jenis *service level* yaitu sistem umum dan sistem menurut target manajemen. Pada sistem umum, jumlah kedatangan SBM dibanding dengan total SBM keluar sehingga didapat *service level* 6%. Sistem dalam target manajemen

membandingkan antara jumlah pengiriman curah setiap hari dibandingkan dengan target pengeluaran dari manajemen sebesar 30.000 ton sehingga didapat *service level* yaitu 15%. Hasil ini jika dibandingkan dengan soybean jauh lebih buruk sehingga permasalahan peningkatan *service level* perlu jadi prioritas utama dalam perbaikan.

Selanjutnya utilitas dari setiap sumber daya perlu diperhatikan untuk melakukan perbaikan jumlah antrian. Utilitas dan waktu tunggu setiap proses didapat dari *report* hasil *running* model simulasi yaitu yang dapat dilihat pada Gambar 6.2 di bawah ini.

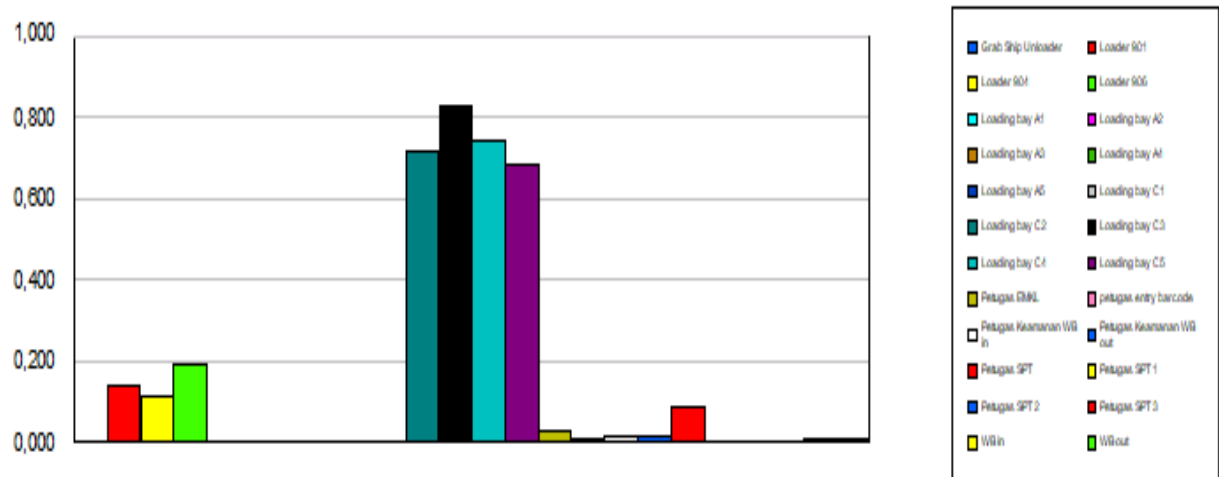
Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Akses Conveyor LBA.Queue	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	1.0000
Akses Conveyor LBC.Queue	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	1.0000
Akses Conveyor.Queue	0.00000000	0,00	0.00	0.00000002	0.00	1.0000
Antre Pembersihan.Queue	0.00058153	0,00	0.00005927	0.00274951	0.00	1.0000
Entry Barcode.Queue	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pemanggilan Truk SB.Queue	0.00080983	0,00	0.00053359	0.00119095	0.00	6.0000
Pemanggilan Truk SBM.Queue	0.4662	1,05	0.00111207	4.6441	0.00	308.00
Pembersihan surface Conveyor.Queue	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pembongkaran Curah.Queue	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Penerbitan Surat.Queue	0.00131586	0,00	0.00015898	0.00381621	0.00	14.0000
Pengecekan Akhir Truk.Queue	0.03398112	0,02	0.00000394	0.07714152	0.00	17.0000
Pengecekan Truk.Queue	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Penimbangan Akhir.Queue	0.00002209	0,00	0.00000408	0.00008503	0.00	2.0000
Penimbangan Awal.Queue	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Penundaan kedatangan Truk SB.Queue	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Penundaan Kedatangan Truk SBM.Queue	0.00741458	0,02	0.00	0.07414578	0.00	9.0000
Proses Loader 901.Queue	5.9271	8,77	0.00	33.2298	0.00	122.00
Proses Loader 904.Queue	2.4310	3,44	0.00	12.8686	0.00	70.0000
Proses Loader 906.Queue	7.2065	10,83	0.00	43.0128	0.00	131.00
Proses Loading Bay A1.Queue	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Proses Loading Bay A2.Queue	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Proses Loading Bay A3.Queue	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Proses Loading Bay A4.Queue	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Proses Loading Bay A5.Queue	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Proses Loading Bay C1.Queue	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Proses Loading Bay C2.Queue	79.3050	22,02	26.4639	120.10	0.00	151.00
Proses Loading Bay C3.Queue	40.3825	20,00	6.5437	83.3317	0.00	146.00
Proses Loading Bay C4.Queue	21.5943	6,93	5.5576	41.5283	0.00	125.00
Proses Loading Bay C5.Queue	73.2805	18,35	25.2446	106.85	0.00	139.00
Registrasi SPM.Queue	2.0030	0,59	1.1655	4.1261	0.00	307.00

Gambar 6. 2 Waktu Antrian Hasil *Running* Model Simulasi

Pada *report* hasil simulasi terlihat jelas bahwa adanya penumpukan pada proses pemuatan barang terutama pada *Loading bay C* dan *Loader* sebagai area pemuatan SBM . Pada pemuatan barang curah kering jenis SBM didapat jumlah truk yang menunggu pada proses pemuatan *Loading bay* masing-masing C1, C2, C3, C4, dan C5 secara rata-rata berurutan yaitu 0, 79, 40, 21, dan 73. Sementara untuk pemuatan menggunakan loader masing-masing pada area 901, 904, dan 904 yaitu secara rata-rata berurutan 6, 2 dan 4. Dari

hasil tersebut dapat dilihat bahwa jumlah antrean cukup panjang pada proses pemuatan pada *loading bay* C2, C3, C4, dan C5 sedangkan pada *loading bay* C1 tidak ada antrean

Kondisi tersebut perlu dilihat secara utilitas setiap sumber daya *loading bay* yang digunakan dalam pemuatan curah SBM. Secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 6.3 di bawah ini.



Gambar 6. 3 Utilitas Sumber daya Hasil *Running* Model Simulasi

Dari 12 sumber daya yang ada pada hasil simulasi, *loading bay* C3 menjadi sumber daya yang secara utilitas tinggi yaitu 83%, diikuti oleh *loading bay* C4, C2, dan C5 secara berurutan yaitu 74%, 71%, dan 68%. Utilitas tinggi tentunya merupakan kinerja yang baik karena sistem sudah terotomatisasi, namun belum ada pemerataan penggunaan terutama pada *loading bay* C1. Dengan demikian perlu adanya perbaikan dalam penggunaan setiap *loading bay* C yang ada.

6.2.2 Perancangan Skenario

Dari hasil evaluasi dan output simulasi dapat disimpulkan bahwa perlu adanya perbaikan sehingga perlu melakukan perancangan skenario. Pada sistem pergerakan truk pengiriman barang, terdapat tiga langkah skenario perbaikan yaitu skenario pemerataan utilitas *Loading bay* C, skenario pembuatan alur proses yang baru, dan skenario penetapan jumlah truk dan kapasitasnya.

a. Skenario Pemerataan Utilitas Stasiun Pemuatan Curah

Perbaikan yang dilakukan yaitu dengan meratakan peluang setiap stasiun pemuatan terutama *Loading bay* C. Kondisi ini diinterpretasikan dalam model simulasi dengan

mengganti modul *decide* penempatan *Loading bay*. Peluang kejadian disamakan 20% setiap *loading bay C* dari lima stasiun yang ada. Hasil simulasi akan dilihat dalam indikator yang ada yaitu waktu siklus truk, *service level*, dan waktu antrean rata-rata.

Dalam skenario perbaikan ini, waktu proses dari pemuatan curah diganti sesuai standar otomasi dan *expert adjustment* dari manajemen. Hal ini tidak hanya diberlakukan pada *loading bay C* tetapi juga area loader untuk jenis SBM serta juga *Loading bay A* untuk jenis soybean. Kecepatan *Loading bay C* dan *A* secara standar sama yaitu 0,347 ton setiap detik. Sedangkan untuk *loader* kecepatannya ditentukan oleh manajemen yaitu 0,115 ton setiap detik. Kemudian perhitungan waktu dalam loading area dari masuk hingga keluar yaitu 3 menit. Dengan demikian ekspresi pada modul proses *loading bay A* dan *loading bay C* diganti menjadi $(0.347 * \text{Kapasitas Truk} + 180)$, sedangkan untuk *loader* diganti menjadi $(0.347 * \text{Kapasitas Truk} + 180)$.

b. Skenario Re-process Sistem Pengiriman Barang Curah Kering

Standard Operation Procedure (SOP) yang ada pada alur yang dilalui truk pengiriman barang curah kering diperbaiki dengan mengubah prosesnya. Skenario *re-process* yang dimaksud yaitu mengurai jumlah proses yang ada dan memindahkan fungsi yang ada dalam bentuk baru. Dalam sistem pergerakan truk pengiriman barang curah kering terdapat dua proses yang dipindahkan dari SOP yang ada di Teluk Lamong. Dua proses tersebut yaitu penerbitan SPT dan surat jalan untuk truk. Proses tersebut dipindah diluar wilayah terminal sehingga diasumsikan tidak masuk dalam SOP yang baru.

Pengurangan tersebut mempengaruhi waktu siklus dan jumlah antrean. Keterbatasan wilayah ketika adanya antrean truk juga dapat diatasi dengan pemindahan proses ini. Pada proses baru ini dilakukan pengecekan hanya diawal, dan yang semula berada didepan gerbang timbangan awal sekarang dipindahkan ke wilayah *pre-gate*.

c. Skenario Penetapan Jumlah Truk dan Kapasitas

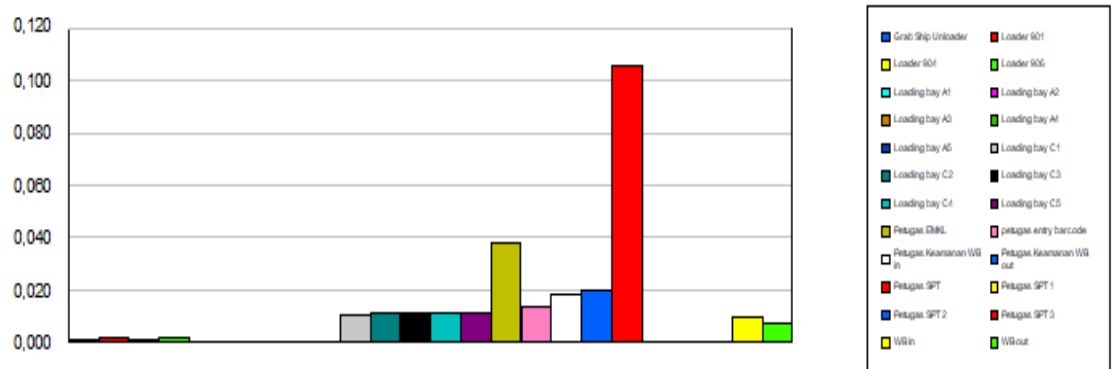
Jumlah truk dan kapasitasnya mempengaruhi kinerja sistem secara keseluruhan. Dalam penetapan jumlah dan kapasitas harus dilakukan perhitungan khusus untuk menentukan nilai optimal yang diputuskan. Jumlah truk sangat berpengaruh pada waktu siklus dan jumlah antrean yang ada di sistem pelabuhan. Begitupun dengan kapasitas, kondisi ini berpengaruh pada pengurangan *inventory* yang ada di Silo dan *Flat Storage*. Semakin besar kapasitas truk, maka *inventory* yang bisa diangkut lebih banyak sehingga *service level* semakin meningkat. Kondisi sebaliknya akan terjadi ketika kapasitas truk

berlebih, maka ada kemungkinan kendala dari sumber daya yang dimiliki Teluk Lamong. Dari dua hal tersebut akan dilihat dalam pengukuran waktu siklus dan *service level* pada *inventory* barang curah kering di pelabuhan.

6.3 Analisis Skenario

6.3.1 Analisis Skenario Pemerataan Utilitas Stasiun Pemuatan Curah

Setelah dilakukan *running* pada model simulasi hasil perbaikan didapatkan output untuk menguji skenario. Pertama dilihat dari pemerataan utilitas yang ada pada area pemuatan terutama *loading bay* C. Kemudian dibandingkan satu per satu sesuai dengan indikator yang telah ditetapkan. Indikator tersebut berupa waktu siklus, *service level*, dan jumlah antrian.



Gambar 6. 4 Utilitas Sumber daya *Running* Model Simulasi Skenario Perbaikan Pertama

Hasil *running* model simulasi perbaikan dapat dilihat pada Gambar 6.4 Utilitas Sumber daya *Running* Model Simulasi Skenario Perbaikan Pertama. Gambar tersebut menunjukkan hasil skenario pemerataan utilitas memberi hasil yang lebih baik dan tidak ada ketimpangan diantara satu stasiun dengan lainnya. Pengaruh terbesar dari penurunan kapasitas tersebut yaitu dari waktu proses sebagai input model simulasi. Dari data eksisting yang ada dan diganti dengan waktu secara standar, pada dasarnya utilitas stasiun pemuatan masih jauh dibawah 10% sehingga masih bisa dilakukan penambahan jumlah truk.

Pada lampiran 1 dapat dilihat adanya pengurangan waktu tunggu dari setiap truk. Kondisi awal secara *eksisting* diketahui bahwa waktu tunggu pada area pemuatan mencapai 79 jam dan setelah dilakukan perbaikan sudah berkurang lebih menjadi paling besar yaitu $6,5 \times 10^{-6}$. Dari hasil tersebut terlihat jelas adanya penurunan waktu tunggu secara signifikan sehingga pergerakan truk pengiriman barang curah bisa lebih lancar.

Tabel 6. 5 *Service Level* Pengiriman Curah Kering Soybean Skenario Perbaikan Pertama

No	Tujuan Pengiriman	Jumlah Kedatangan SB (Ton)	Total Kapasitas (Ton)	Rate Pengiriman Curah (Ton)
1	Romo Margomulyo	848757,54	43782,60	1459,42
2	Gresik		71860,59	2395,35
3	Surabaya		50887,46	1696,25
4	Sidoarjo		8544,48	284,82
5	Pasuruan		2249,201141	74,97
<i>Service level</i> sistem secara umum		21%	177324,33	5910,81
<i>Service level</i> sistem target manajemen		39%		

Pada tabel 6.5 di atas memperlihatkan adanya penambahan kapasitas angkut sebagai tingkat pengeluaran *inventory* jenis barang soybean. Penambahan kapasitas secara total juga membuat tingkat pengangkutan setiap harinya semakin naik. Dengan kondisi tersebut kedua jenis *service level* naik secara signifikan. *Service level* sistem secara umum naik menjadi 21% dari sebelumnya 14%. *Service level* sistem berdasarkan target manajemen pun mengalami kenaikan dari sebelumnya hanya 27% sekarang naik menjadi 39%.

Tabel 6. 6 *Service level* Pengiriman Curah Kering SBM Skenario Perbaikan Pertama

No	Tujuan Pengiriman	Jumlah Kedatangan SBM (Ton)	Total Kapasitas (Ton)	Rate Pengiriman Curah (Ton)
1	Romo Margomulyo	2059359,08	95545,58	1592,43
2	Gresik		49201,88	820,03
3	Surabaya		46022,87	767,05
4	Sidoarjo		44376,53	739,61
5	Pasuruan		60956,45	1015,94
<i>Service level</i> sistem secara umum		14%	296103,32	4935,06
<i>Service level</i> sistem target manajemen		33%		

Hasil yang sama seperti kapasitas angkut jenis soybean, pada Tabel 6.6 memperlihatkan penambahan kapasitas pada barang jenis SBM. Kapasitas total naik dari 135.896 menjadi 296.103 dan untuk rate pengiriman setiap hari naik dari 2.264 menjadi 4.935. Kenaikan tersebut lebih dari 100% setelah adanya perbaikan hasil skenario pertama. Dengan kondisi tersebut kedua jenis *service level* naik secara signifikan. *Service level* sistem

secara umum naik menjadi 14% dari sebelumnya hanya 6%. *Service level* sistem berdasarkan target manajemen pun mengalami kenaikan dari sebelumnya 15% sekarang naik menjadi 33%.

Waktu siklus hampir seluruh wilayah pengiriman mengalami kenaikan. Kondisi tersebut tidak hanya untuk jenis SBM tetapi juga untuk barang jenis soybean walaupun lebih kecil. Secara spesifik dapat dilihat pada Tabel 6.7 dan Tabel 6.8 di bawah ini.

Tabel 6. 7 Waktu Siklus Pengiriman Curah Jenis Soybean Hasil Perbaikan Pertama

No	Tujuan Pengiriman	Total Waktu Siklus (Jam)	Jumlah Truk	Rata-Rata Waktu Siklus (Jam)
1	Romo Margomulyo	47453,51	2621	18,11
2	Gresik	91954,09	3851	23,88
3	Surabaya	92454,95	2882	32,08
4	Sidoarjo	26827,40	810	33,12
5	Pasuruan	4675,55	94	49,74

Pada truk angkut pengiriman barang soybean memiliki waktu siklus secara total dan rata-rata yang mengalami penurunan dari kondisi *eksisting*. Pengurangan waktu siklus masing-masing tujuan berkisar antara 4 – 8 jam. Dengan adanya pengurangan waktu proses di dalam area pemuatan, maka waktu setiap truk akan semakin kecil dan menyebabkan jumlah siklus setiap truk akan semakin tinggi. Kondisi tersebut tercermin pada Tabel 6.7 dalam kolom jumlah truk, semua tujuan pengiriman mengalami peningkatan jumlah truk.

Tabel 6. 8 Waktu Siklus Pengiriman Curah Jenis SBM Hasil Perbaikan Pertama

No	Tujuan Pengiriman	Total Waktu Siklus (Jam)	Jumlah Truk	Rata-Rata Waktu Siklus (Jam)
1	Romo Margomulyo	102150,89	3847	26,55
2	Gresik	74564,50	3397	21,95
3	Surabaya	121752,97	3547	34,33
4	Sidoarjo	158962,13	4064	39,11
5	Pasuruan	34129,46	869	39,27

Tidak berbeda dengan truk angkut soybean, secara keseluruhan truk angkut SBM mengalami penurunan tanpa terkecuali. Penurunan paling signifikan yaitu pada tujuan Gresik, dari rata-rata awalnya 32,21 jam berkurang menjadi 21,95 jam. Tingginya tingkat

pengurangan waktu siklus tersebut disebabkan karena pengurangan waktu proses didalam pelabuhan. Kondisi tersebut ditambah dengan jarak pengiriman yang dekat sehingga intensitas pengiriman jauh lebih tinggi. Secara keseluruhan terjadi pengurangan waktu siklus secara rata-rata berkisar antara 3 – 11 jam.

6.3.2 Analisis Skenario Re-process Sistem Pengiriman Barang Curah Kering

Setelah truk melakukan skenario pertama, model simulasi dimodifikasi dengan menghilangkan proses penerbitan SPT dan penerbitan surat jalan. Hasil running model simulasi perbaikan kedua dapat dilihat dengan perbandingan waktu siklus dan *service level*.

Tabel 6. 9 *Service level* Pengiriman Curah Kering Soybean Skenario Perbaikan Kedua

No	Tujuan Pengiriman	Jumlah Kedatangan SB (Ton)	Total Kapasitas (Ton)	Rate Pengiriman Curah (Ton)
1	Romo Margomulyo	848757,54	46291,75	1543,06
2	Gresik		72108,15	2403,61
3	Surabaya		50960,92	1698,70
4	Sidoarjo		8511,78	283,73
5	Pasuruan		4689,81	156,33
<i>Service level</i> sistem secara umum		22%	182562,42	6085,41
<i>Service level</i> sistem target manajemen		41%		

Pada Tabel 6.9 di atas, *service level* dari pengiriman curah kering soybean meningkat tipis dari hasil perbaikan pertama 21% meningkat menjadi 22% untuk sistem secara umum. *Service level* dari sistem target manajemen juga meningkat tipis dari 39% pada perbaikan pertama meningkat menjadi 41%. Peningkatan ini disebabkan beberapa truk dapat menambah jumlah siklusnya karena waktu proses dalam sistem pelabuhan semakin cepat.

Tabel 6. 10 *Service level* pengiriman curah kering SBM Skenario Perbaikan Kedua

No	Tujuan Pengiriman	Jumlah Kedatangan SBM (Ton)	Total Kapasitas (Ton)	Rate Pengiriman Curah (Ton)
1	Romo Margomulyo	2059359,08	96973,9187	1616,23
2	Gresik		51149,20	852,49
3	Surabaya		47302,67	788,38
4	Sidoarjo		45345,85	755,76
5	Pasuruan		61007,93	1016,80
<i>Service level</i> sistem secara umum		15%	301779,57	5029,66

No	Tujuan Pengiriman	Jumlah Kedatangan SBM (Ton)	Total Kapasitas (Ton)	Rate Pengiriman Curah (Ton)
	<i>Service level</i> sistem target manajemen	34%		

Tidak jauh berbeda dengan jenis soybean, pengiriman barang jenis SBM juga mengalami peningkatan *service level* walaupun hanya beberapa persen. Peningkatan yang dimaksud yaitu dari hasil simulasi perbaikan pertama dibandingkan dengan hasil perbaikan kedua. *Service level* sistem secara umum naik 1% menjadi 15% dan *service level* sistem target manajemen juga naik 1% menjadi 34%.

6.3.3 Analisis Skenario Penetapan Jumlah Truk dan Kapasitas

Pada keputusan penetapan jumlah truk dan kapasitas, ada 12 skenario yang diuji dalam model simulasi. Skenario-skenario yang ada akan dipilih berdasarkan indikator waktu siklus dan *service level inventory*. Skenario terbaik dilihat dari waktu siklus paling kecil dan *service level Inventory* paling tinggi. Skenario penetapan jumlah dan kapasitas truk dapat dilihat pada Lampiran 3. Skenario Penetapan Jumlah dan Kapasitas Truk.

Secara ringkas hasil setiap skenario penetapan jumlah dan kapasitas truk dapat dilihat pada Tabel 6.11 Rekap Hasil Skenario Penetapan Jumlah dan Kapasitas Truk.

Tabel 6. 11 Rekap Hasil Skenario Penetapan Jumlah dan Kapasitas Truk

Skenario	Rata-Rata Waktu Siklus (Jam)					<i>Service level</i>	
	Margomulyo	Gresik	Surabaya	Sidoarjo	Pasuruan	Sistem Umum	Target Manajemen
1	21,03	21,71	24,15	31,92	28,01	11%	22%
2	21,66	22,30	24,71	33,83	31,87	13%	25%
3	22,33	22,91	25,30	36,12	44,51	15%	30%
4	20,44	21,16	23,61	30,30	30,07	18%	36%
5	20,61	21,64	23,80	31,42	28,01	19%	38%
6	21,23	22,22	24,35	33,30	31,87	19%	38%
7	19,88	20,63	23,10	28,89	28,01	22%	46%
8	20,15	21,08	23,37	29,82	30,05	22%	45%
9	20,73	21,64	23,90	31,42	27,99	22%	46%
10	19,07	20,48	22,43	27,97	23,33	23%	46%
11	19,07	20,48	22,43	27,97	23,33	23%	46%
12	19,07	20,48	22,43	27,97	23,33	23%	46%

Ada tujuh nilai yang menjadi representatif hasil dari skenario yang akan dibandingkan satu sama lain. Waktu siklus masing-masing tujuan pengiriman merupakan rata-rata dari perhitungan jenis curah kering soybean dan SBM. Begitupun dengan *service level*, baik sistem umum maupun sistem menurut target manajemen Nusa Prima Logistik juga setelah digabung antara jenis soybean dan SBM.

Dari tabel tersebut dapat dilihat secara umum tidak memiliki perbedaan signifikan dalam waktu siklus untuk masing-masing tujuan pengiriman. Namun untuk *service level* terdapat perbedaan cukup lebar yaitu rentang 12% pada sistem secara umum dan 24% pada sistem target manajemen. Dari skenario-skenario yang ada, skenario nomor 7 dipilih menjadi skenario terbaik dengan 22% *service level* secara umum dan 46% menurut target manajemen. Skenario 7 juga menghasilkan waktu siklus yang paling kecil diantara skenario lainnya.

Dengan demikian tiga langkah perbaikan yang perlu dilakukan pada sistem pergerakan truk pengiriman barang curah kering yaitu meratakan penggunaan *Loading bay* C, mengganti proses penerbitan SPT dan surat jalan pada H-1 kedatangan truk, serta menetapkan kapasitas truk 30 ton. Untuk truk angkut jenis soybean ditetapkan jumlah truk tujuan Margomulyo, Gresik, Surabaya, Sidoarjo, dan Pasuruan secara berurutan yaitu 10, 40, 30, 5, dan 20. Truk angkut jenis SBM ditetapkan masing-masing tujuan yaitu secara berurutan 50, 30, 40, 90, dan 60.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 7

PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Hasil penelitian Tugas Akhir ini dapat disimpulkan menjadi beberapa poin terkait sistem pergerakan truk pengiriman barang curah kering yaitu sebagai berikut:

1. Model sebagai representasi sistem pergerakan truk dirancang dalam bentuk aliran proses secara logis menjadi model konseptual. Berdasarkan model konseptual, kemudian dirancang model simulasi. Hasil percobaan dengan model simulasi tersebut menghasilkan rentang estimasi waktu siklus truk setiap tujuan pengiriman yaitu Margomulyo, Gresik, Surabaya, Sidoarjo dan Pasuruan. Rerata waktu siklus masing-masing tujuan secara berurutan yaitu 19 jam, 20 jam, 23 jam, 29 jam, dan 28 jam.
2. Hasil evaluasi menunjukkan adanya ketidaklancaran pergerakan truk pengiriman barang curah kering. Dugaan awal yang didapat yaitu akibat jumlah truk belum optimal, banyaknya proses, dan pemuatan tidak merata pada *loading bay C*. Dari skenario tersebut dirumuskan tiga langkah perbaikan yaitu pemerataan utilitas area pemuatan barang, *reprocess* sistem pengiriman barang curah kering, dan penetapan jumlah serta kapasitas optimal truk. Skenario tersebut diukur dalam tiga *Key Performance Indicator* (KPI) yaitu waktu siklus, *service level*, dan waktu proses yang diwakili dengan panjang antrian. Berikut hasil simulasi dari masing-masing skenario:
 - a. Skenario 1: Pemerataan utilitas area pemuatan, KPI yang dihasilkan yaitu untuk waktu siklus masing-masing tujuan berkurang 4 – 8 jam pada jenis barang *soybean* dan 3 – 11 jam pada jenis barang SBM. Untuk *service level* secara umum mengalami kenaikan dengan rata-rata 8% dan *service level* manajemen naik secara rata-rata 15%. Begitupun dengan total waktu proses juga dapat diturunkan hingga 78 jam.

- b. Skenario 2: *reprocess* sistem pengiriman barang curah kering menghasilkan peningkatan *service level* sebesar 1% dari perbaikan pertama secara umum dan peningkatan 2% dari perbaikan pertama untuk target manajemen.
 - c. Skenario 3: Penetapan jumlah dan kapasitas truk, menyebabkan *service level* secara umum meningkat 4% pada target umum dan 9% pada target manajemen. Waktu siklus truk juga berkurang dari skenario pertama yaitu Margomulyo, Gresik, Surabaya, Sidoarjo, dan Pasuruan turun secara berurutan 3 jam, 2 jam, 11 jam, 8 jam, dan 16 jam.
3. Pada percobaan terhadap jumlah truk yang digunakan. hasil terbaik diberikan oleh truk dengan kapasitas yaitu 30 ton untuk setiap tujuan pengiriman. Adapun hasil *running* model simulasi menunjukkan jumlah truk pengiriman *soybean* untuk tujuan Romo Margomulyo, Gresik, Surabaya, Sidoarjo dan Pasuruan yaitu secara berurutan adalah 10, 40, 30, 5, dan 20 dan jenis SBM masing-masing tujuan yaitu 50, 30, 40, 90, dan 60 secara berurutan.

7.2 Saran

Beberapa poin saran dari penelitian sistem pergerakan truk pengiriman barang curah kering yaitu sebagai berikut.

1. Pengambilan data sampling dilakukan pada variasi waktu yang lebih banyak sehingga persebaran data dapat merepresentasikan sistem dengan tingkat kepercayaan yang lebih tinggi.
2. Analisis hendaknya menambahkan faktor biaya dalam pertimbangan pemilihan keputusan jumlah dan kapasitas truk serta skenario lainnya.
3. Pengembangan model simulasi untuk dapat mengakomodir keterbatasan-keterbatasan yang ada di jalan dan area gudang konsumen. Dengan kata lain, model dibuat lebih detail dan mempertimbangkan faktor-faktor lain yang belum ada dalam model simulasi dari penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Amenan, A. (2015, Februari 10). *5 juta ton target kapasitas terminal curah kering di teluk lamong*. Retrieved from Berita Satu: www.beritasatu.com
- Badan Informasi Geospasial. (2015, Januari 13). *Pentingnya Informasi Geospasial untuk Menata Laut Indonesia*. Retrieved from Badan Informasi Geospasial: big.go.id
- Daellenbach, H. G., & McNickle, D. C. (2005). *Management Science : Decision Making Throught System Thingking*. New York: Palgrave MacMillan.
- Desfika, T. S. (2015, Juni 16). *Asosiasi Logistik Nilai Terminal Teluk Lamong Belum Optimal*. Retrieved from Berita Satu: www.beritasatu.com
- Evans, J. R., & Olson, D. L. (2002). *Introduction To Simulation And Risk Analysis*. New Jersey: Prentice Hall.
- Gurning, R. O., & Budiyanto, E. H. (2007). *Manajemen Bisnis Pelabuhan*. Surabaya: PT Andhika Prasetya Ekawahana.
- Harrel, C., Ghosh, B. K., & Bowden, R. O. (2004). *Simulation Using ProModel Second Edition*. New York: McGraw Hill.
- Hidayat, F. (2016). *Layanan Jasa Kepelabuhanan di PT Pelabuhan Indonesia III*. Surabaya: Pelindo III.
- Hino Indonesia. (2018, April 3). *Hino 500 Ranger FM 320 PD*. Retrieved from Hino : hino.co.id
- Humas Teluk Lamong. (2015, Maret 19). *PT Teluk Lamong*. Dipetik Maret 19, 2018, dari Terminal Teluk Lamong: www.teluklamong.co.id
- Jordan, D. A., & Bruce, M. L. (2006). Discrete Event Modeling In a New Tranportation Simulation. *Developments in Business Simulation and Experiential Learning volume 33*, 341-344.
- Kementerian Perhubungan. (2008). *Undang-Undang Nomor 17*. Jakarta: Kementerian Perhubungan Repulik Indonesia.
- Kurniawati, U. (2017). *Permodelan Simulasi Distribusi Jalur Laut PT Petrokimia dengan Mempertimbangkan Supply dan Transportation Distrupction*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Pinondang, C. (2015). *Analisis Pergerakan Aset Transportasi Pada Depo Peti Kemas*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Pujawan, I. N. (2017). *Supply Chain Management Edisi Ketiga*. Surabaya: Guna Widya.

- Radevito, A. (2018). *Permodelan Simulasi Diskrit Dalam Distribusi Empat Produk BBM Pada Permasalahan Tiga Depo Menuju Lokasi Tunggal*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Rockwell Automation. (2018, April 4). *Arena Simulation Software*. Retrieved from Rockwell Automation: www.rockwellautomation.com
- Siswanto, N., Latiffianti, E., & Wiratno, S. E. (2018). *Simulasi Sitem Diskrit : Implementasi dengan Software Arena*. Surabaya: ITS Tekno Sains.
- Suryarandika, R. (2017, Januari 27). *Biaya Logistik di Indonesia capai 24 persen dari harga barang*. Retrieved from Republika Warta Ekonomi: republika.co.id
- Visintin, F., Porcelli, I., & Ghini, A. (2014). Applying discrete event simulation to the design of a service delivery system in the aerospace industry . *Springer*, 1135-1152.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Report Waktu Tunggu *Running* Model Simulasi Perbaikan Pertama

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Akses Conveyor LBA.Queue	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,0000
Akses Conveyor LBC.Queue	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,0000
Akses Conveyor.Queue	0,00000000	0,00	0,00	0,00000002	0,00	1,0000
Antre Pembersihan.Queue	0,00059118	0,00	0,00005927	0,00494253	0,00	1,0000
Entry Barcode.Queue	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pemanggilan Truk SB.Queue	0,00710633	0,01	0,00053359	0,06354386	0,00	6,0000
Pemanggilan Truk SBM.Queue	0,6153	1,06	0,00111207	4,5994	0,00	320,00
Pembersihan surface Conveyor.Queue	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Penerbitan Surat.Queue	0,00065629	0,00	0,00000244	0,00155235	0,00	8,0000
Pengecekan Akhir Truk.Queue	0,03556629	0,02	0,00	0,06801880	0,00	10,0000
Pengecekan Truk.Queue	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Penimbangan Akhir.Queue	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Penimbangan Awal.Queue	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Penundaan kedatangan Truk SB.Queue	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Penundaan Kedatangan Truk SBM.Queue	3,6538	4,33	0,00	14,3951	0,00	157,00

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Proses Loader 901.Queue	0,00000077	0,00	0,00	0,00000772	0,00	1,0000
Proses Loader 904.Queue	0,00000164	0,00	0,00	0,00001560	0,00	1,0000
Proses Loader 906.Queue	0,00000302	0,00	0,00	0,00001531	0,00	1,0000
Proses Loading bay A1.Queue	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Proses Loading bay A2.Queue	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Proses Loading bay A3.Queue	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Proses Loading bay A4.Queue	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Proses Loading bay A5.Queue	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Proses Loading bay C1.Queue	0,00000498	0,00	0,00	0,00001937	0,00	1,0000
Proses Loading bay C2.Queue	0,00000858	0,00	0,00	0,00003256	0,00	1,0000
Proses Loading bay C3.Queue	0,00000418	0,00	0,00	0,00001191	0,00	1,0000
Proses Loading bay C4.Queue	0,00000964	0,00	0,00	0,00005069	0,00	1,0000
Proses Loading bay C5.Queue	0,00000654	0,00	0,00	0,00003267	0,00	1,0000
Registrasi SPM.Queue	2,5159	0,62	1,6478	4,6156	0,00	326,00

Lampiran 2. Skenario Penetapan Jumlah dan Kapasitas Truk

Skenario	Kapasitas	Jumlah Truk Soybean					Jumlah Truk SBM				
		Margomulyo	Gresik	Surabaya	Sidoarjo	Pasuruan	Margomulyo	Gresik	Surabaya	Sidoarjo	Pasuruan
1	20	30	60	50	15	<i>Eksisting</i>	70	50	60	110	80
2		40	70	60	20	<i>Eksisting</i>	80	60	70	120	90
3		50	80	70	25	<i>Eksisting</i>	90	70	80	130	100

Skenario	Kapasitas	Jumlah Truk Soybean					Jumlah Truk SBM				
		Margomulyo	Gresik	Surabaya	Sidoarjo	Pasuruan	Margomulyo	Gresik	Surabaya	Sidoarjo	Pasuruan
4	25	20	50	40	10	<i>Eksisting</i>	60	40	50	100	70
5		30	60	50	15	<i>Eksisting</i>	70	50	60	110	80
6		40	70	60	20	<i>Eksisting</i>	80	60	70	120	90
7	30	10	40	30	5	20	50	30	40	90	60
8		20	50	40	10	30	60	40	50	100	70
9		30	60	50	15	40	70	50	60	110	80
10	40					10					
11						20					
12						30					

Lampiran 3. Waktu Siklus Truk Hasil Running Model Simulasi Perbaikan Ketiga Skenario 1

Soybean (Dalam Satuan Jam)					SBM (Dalam Satuan Jam)		
No	Tujuan Pengiriman	Total Waktu Siklus	Jumlah Truk	Rata-rata waktu siklus	Total Waktu Siklus	Jumlah Truk	Rata-rata waktu siklus
1	Romo Margomulyo	47453,51	2821	16,82	102150,89	4047	25,24
2	Gresik	91954,09	4051	22,70	74564,50	3597	20,73
3	Surabaya	92454,95	4082	22,65	121752,97	4747	25,65
4	Sidoarjo	26827,4	1010	26,56	158962,13	4264	37,28
5	Pasuruan	4675,55	194	24,10	34129,46	1069	31,93

Lampiran 4. *Service Level Inventory* Hasil Running Model Simulasi Perbaikan Ketiga Skenario 1

Soybean (Dalam Satuan Ton)					SBM (Dalam Satuan Ton)		
No	Tujuan Pengiriman	Jumlah Kedatangan SB	Total Kapasitas	rate pengiriman curah	Jumlah Kedatangan SBM	Total Kapasitas	rate pengiriman curah
1	Romo Margomulyo	848757,54	33580	1119,33	2059359,08	61840	1030,67
2	Gresik		48000	1600,00		32000	533,33
3	Surabaya		31160	1038,67		28940	482,33
4	Sidoarjo		3660	122,00		26000	433,33
5	Pasuruan		4689,81	156,33		4060	67,67
Service level sistem secara umum		14%	121089,81	4036,33	7%	152840,00	2547,33
Service level sistem target manajemen		27%			17%		

Lampiran 5. Waktu Siklus Truk Hasil Running Model Simulasi Perbaikan Ketiga Skenario 2

Soybean (Dalam Satuan Jam)					SBM (Dalam Satuan Jam)		
No	Tujuan Pengiriman	Total Waktu Siklus	Jumlah Truk	Rata-rata waktu siklus	Total Waktu Siklus	Jumlah Truk	Rata-rata waktu siklus
1	Romo Margomulyo	47453,51	2721	17,44	102150,89	3947	25,88
2	Gresik	91954,09	3951	23,27	74564,50	3497	21,32
3	Surabaya	92454,95	3982	23,22	121752,97	4647	26,20
4	Sidoarjo	26827,40	910	29,48	158962,13	4164	38,18
5	Pasuruan	4675,55	164	28,51	34129,46	969	35,22

Lampiran 6. *Service Level Inventory* Hasil Running Model Simulasi Perbaikan Ketiga Skenario 2

Soybean (Dalam Satuan Ton)					SBM (Dalam Satuan Ton)		
No	Tujuan Pengiriman	Jumlah Kedatangan SB	Total Kapasitas	rate pengiriman curah	Jumlah Kedatangan SBM	Total Kapasitas	rate pengiriman curah
1	Romo Margomulyo	848757,54	33580	1119,33	2059359,08	61840	1030,67
2	Gresik		48000	1600,00		32000	533,33
3	Surabaya		31160	1038,67		28940	482,33
4	Sidoarjo		3660	122,00		26000	433,33
5	Pasuruan		4689,81	156,33		4060	67,67
Service level sistem secara umum		14%	121089,81	4036,33	7%	152840,00	2547,33
Service level sistem target manajemen		27%			17%		

Lampiran 7. Waktu Siklus Truk Hasil Running Model Simulasi Perbaikan Ketiga Skenario 3

Soybean (Dalam Satuan Jam)					SBM (Dalam Satuan Jam)		
No	Tujuan Pengiriman	Total Waktu Siklus	Jumlah Truk	Rata-rata waktu siklus	Total Waktu Siklus	Jumlah Truk	Rata-rata waktu siklus
1	Romo Margomulyo	47453,51	2621	18,11	102150,89	3847	26,55
2	Gresik	91954,09	3851	23,88	74564,50	3397	21,95
3	Surabaya	92454,95	2882	32,08	121752,97	3547	34,33
4	Sidoarjo	26827,40	810	33,12	158962,13	4064	39,11
5	Pasuruan	4675,55	94	49,74	34129,46	869	39,27

Lampiran 8. *Service Level Inventory* Hasil Running Model Simulasi Perbaikan Ketiga Skenario 3

Soybean (Dalam Satuan Ton)					SBM (Dalam Satuan Ton)		
No	Tujuan Pengiriman	Jumlah Kedatangan SB	Total Kapasitas	rate pengiriman curah	Jumlah Kedatangan SBM	Total Kapasitas	rate pengiriman curah
1	Romo Margomulyo	848757,54	63820	2127,33	2059359,08	77360	1289,33
2	Gresik		55460	1848,67		38980	649,67
3	Surabaya		43360	1445,33		36800	613,33
4	Sidoarjo		5980	199,33		33600	560,00
5	Pasuruan		4689,81	156,33		5140	85,67
Service level sistem secara umum		20%	173309,81	5776,99	9%	191880,00	3198,00
Service level sistem target manajemen		39%			21%		

Lampiran 9. Waktu Siklus Truk Hasil Running Model Simulasi Perbaikan Ketiga Skenario 4

Soybean (Dalam Satuan Jam)					SBM (Dalam Satuan Jam)		
No	Tujuan Pengiriman	Total Waktu Siklus	Jumlah Truk	Rata-rata waktu siklus	Total Waktu Siklus	Jumlah Truk	Rata-rata waktu siklus
1	Romo Margomulyo	47453,51	2921	16,25	102150,89	4147	24,63
2	Gresik	91954,09	4151	22,15	74564,50	3697	20,17
3	Surabaya	92454,95	4182	22,11	121752,97	4847	25,12
4	Sidoarjo	26827,40	1110	24,17	158962,13	4364	36,43
5	Pasuruan	4675,55	224	20,87	34129,46	869	39,27

Lampiran 10. *Service Level Inventory* Hasil Running Model Simulasi Perbaikan Ketiga Skenario 4

Soybean (Dalam Satuan Ton)					SBM (Dalam Satuan Ton)		
No	Tujuan Pengiriman	Jumlah Kedatangan SB	Total Kapasitas	rate pengiriman curah	Jumlah Kedatangan SBM	Total Kapasitas	rate pengiriman curah
1	Romo Margomulyo	848757,54	54500	1816,67	2059359,08	96700	1611,67
2	Gresik		79775	2659,17		48725	812,08
3	Surabaya		54200	1806,67		43370	722,83
4	Sidoarjo		7750	258,33		42000	700,00
5	Pasuruan		4689,81	156,33		6425	107,08
Service level sistem secara umum		24%	200914,81	6697,16	12%	237220,00	3953,67
Service level sistem target manajemen		45%			26%		

Lampiran 11. Waktu Siklus Truk Hasil Running Model Simulasi Perbaikan Ketiga Skenario 5

Soybean (Dalam Satuan Jam)					SBM (Dalam Satuan Jam)		
No	Tujuan Pengiriman	Total Waktu Siklus	Jumlah Truk	Rata-rata waktu siklus	Total Waktu Siklus	Jumlah Truk	Rata-rata waktu siklus
1	Romo Margomulyo	47153,51	2821	16,72	99150,89	4047	24,50
2	Gresik	91654,09	4051	22,63	74264,50	3597	20,65
3	Surabaya	92154,95	4082	22,58	118752,97	4747	25,02
4	Sidoarjo	26527,4	1010	26,26	155962,13	4264	36,58
5	Pasuruan	4675,55	194	24,10	34129,46	1069	31,93

Lampiran 12. *Service Level Inventory* Hasil Running Model Simulasi Perbaikan Ketiga Skenario 5

Soybean (Dalam Satuan Ton)					SBM (Dalam Satuan Ton)		
No	Tujuan Pengiriman	Jumlah Kedatangan SB	Total Kapasitas	rate pengiriman curah	Jumlah Kedatangan SBM	Total Kapasitas	rate pengiriman curah
1	Romo Margomulyo	848757,54	54500	1816,67	2059359,08	112775	1879,58
2	Gresik		79775	2659,17		58250	970,83
3	Surabaya		54200	1806,67		55650	927,50
4	Sidoarjo		7475	249,17		49850	830,83
5	Pasuruan		4689,81	156,33		7075	117,92
Service level sistem secara umum		24%	200639,81	6687,99	14%	283600,00	4726,67
Service level sistem target manajemen		45%			32%		

Lampiran 13. Waktu Siklus Truk Hasil Running Model Simulasi Perbaikan Ketiga Skenario 6

Soybean (Dalam Satuan Jam)					SBM (Dalam Satuan Jam)		
No	Tujuan Pengiriman	Total Waktu Siklus	Jumlah Truk	Rata-rata waktu siklus	Total Waktu Siklus	Jumlah Truk	Rata-rata waktu siklus
1	Romo Margomulyo	47153,51	2721	17,33	99150,89	3947	25,12
2	Gresik	91654,09	3951	23,20	74264,50	3497	21,24
3	Surabaya	92154,95	2982	30,90	118752,97	3647	32,56
4	Sidoarjo	26527,4	910	29,15	155962,13	4164	37,45
5	Pasuruan	4675,55	164	28,51	34129,46	969	35,22

Lampiran 14. *Service Level Inventory* Hasil Running Model Simulasi Perbaikan Ketiga Skenario 6

Soybean (Dalam Satuan Ton)					SBM (Dalam Satuan Ton)		
No	Tujuan Pengiriman	Jumlah Kedatangan SB	Total Kapasitas	rate pengiriman curah	Jumlah Kedatangan SBM	Total Kapasitas	rate pengiriman curah
1	Romo Margomulyo	848757,54	54500	1816,67	2059359,08	112775	1879,58
2	Gresik		79775	2659,17		58250	970,83
3	Surabaya		54200	1806,67		55650	927,50
4	Sidoarjo		7750	258,33		49850	830,83
5	Pasuruan		4825,00	160,83		7075	117,92
Service level sistem secara umum		24%	201050,00	6701,67	14%	283600,00	4726,67
Service level sistem target manajemen		45%			32%		

Lampiran 15. Waktu Siklus Truk Hasil Running Model Simulasi Perbaikan Ketiga Skenario 7

Soybean (Dalam Satuan Jam)					SBM (Dalam Satuan Jam)		
No	Tujuan Pengiriman	Total Waktu Siklus	Jumlah Truk	Rata-rata waktu siklus	Total Waktu Siklus	Jumlah Truk	Rata-rata waktu siklus
1	Romo Margomulyo	47453,51	3021	15,71	102150,89	4247	24,05
2	Gresik	91954,09	4251	21,63	74564,50	3797	19,64
3	Surabaya	92454,95	3282	28,17	121752,97	3947	30,85
4	Sidoarjo	26827,40	1210	22,17	158962,13	4464	35,61
5	Pasuruan	4675,55	194	24,10	34129,46	1069	31,93

Lampiran 16. *Service Level Inventory* Hasil Running Model Simulasi Perbaikan Ketiga Skenario 7

Soybean (Dalam Satuan Ton)					SBM (Dalam Satuan Ton)		
No	Tujuan Pengiriman	Jumlah Kedatangan SB	Total Kapasitas	rate pengiriman curah	Jumlah Kedatangan SBM	Total Kapasitas	rate pengiriman curah
1	Romo Margomulyo	848757,54	65400	2180,00	2059359,08	135330	2255,50
2	Gresik		95730	3191,00		69900	1165,00
3	Surabaya		65040	2168,00		66780	1113,00
4	Sidoarjo		9300	310,00		59820	997,00
5	Pasuruan		5790	193,00		8490	141,50
Service level sistem secara umum		28%	241260,00	8042,00	17%	340320,00	5672,00
Service level sistem target manajemen		54%			38%		

Lampiran 17. Waktu Siklus Truk Hasil Running Model Simulasi Perbaikan Ketiga Skenario 8

Soybean (Dalam Satuan Jam)					SBM (Dalam Satuan Jam)		
No	Tujuan Pengiriman	Total Waktu Siklus	Jumlah Truk	Rata-rata waktu siklus	Total Waktu Siklus	Jumlah Truk	Rata-rata waktu siklus
1	Romo Margomulyo	47153,51	2921	16,14	100150,89	4147	24,15
2	Gresik	91654,09	4151	22,08	74264,50	3697	20,09
3	Surabaya	92154,95	3182	28,96	119752,97	3847	31,13
4	Sidoarjo	26527,40	1110	23,90	155962,13	4364	35,74
5	Pasuruan	4675,55	224	20,87	34089,46	869	39,23

Lampiran 18. *Service Level Inventory* Hasil Running Model Simulasi Perbaikan Ketiga Skenario 8

Soybean (Dalam Satuan Ton)					SBM (Dalam Satuan Ton)		
No	Tujuan Pengiriman	Jumlah Kedatangan SB	Total Kapasitas	rate pengiriman curah	Jumlah Kedatangan SBM	Total Kapasitas	rate pengiriman curah
1	Romo Margomulyo	848757,54	54500	1816,67	2059359,08	135330	2255,50
2	Gresik		95730	3191,00		69900	1165,00
3	Surabaya		65040	2168,00		66780	1113,00
4	Sidoarjo		9300	310,00		59820	997,00
5	Pasuruan		5790,00	193,00		8490	141,50
Service level sistem secara umum		27%	230360,00	7678,67	17%	340320,00	5672,00
Service level sistem target manajemen		51%			38%		

Lampiran 19. Waktu Siklus Truk Hasil Running Model Simulasi Perbaikan Ketiga Skenario 9

Soybean (Dalam Satuan Jam)					SBM (Dalam Satuan Jam)		
No	Tujuan Pengiriman	Total Waktu Siklus	Jumlah Truk	Rata-rata waktu siklus	Total Waktu Siklus	Jumlah Truk	Rata-rata waktu siklus
1	Romo Margomulyo	47153,51	2821	16,72	100150,89	4047	24,75
2	Gresik	91654,09	4051	22,63	74264,50	3597	20,65
3	Surabaya	92154,95	3082	29,90	119752,97	3747	31,96
4	Sidoarjo	26527,40	1010	26,26	155962,13	4264	36,58
5	Pasuruan	4675,55	194	24,10	34089,46	1069	31,89

Lampiran 20. *Service Level Inventory* Hasil Running Model Simulasi Perbaikan Ketiga Skenario 9

Soybean (Dalam Satuan Ton)					SBM (Dalam Satuan Ton)		
No	Tujuan Pengiriman	Jumlah Kedatangan SB	Total Kapasitas	rate pengiriman curah	Jumlah Kedatangan SBM	Total Kapasitas	rate pengiriman curah
1	Romo Margomulyo	848757,54	65400	2180,00	2059359,08	135330	2255,50
2	Gresik		95730	3191,00		69900	1165,00
3	Surabaya		65040	2168,00		66780	1113,00
4	Sidoarjo		9300	310,00		59820	997,00
5	Pasuruan		5790,00	193,00		8490	141,50
Service level sistem secara umum		28%	241260,00	8042,00	17%	340320,00	5672,00
Service level sistem target manajemen		54%			38%		

Lampiran 21. Waktu Siklus Truk Hasil Running Model Simulasi Perbaikan Ketiga Skenario 10

Soybean (Dalam Satuan Jam)					SBM (Dalam Satuan Jam)		
No	Tujuan Pengiriman	Total Waktu Siklus	Jumlah Truk	Rata-rata waktu siklus	Total Waktu Siklus	Jumlah Truk	Rata-rata waktu siklus
1	Romo Margomulyo	46853,51	3021	15,51	96150,89	4247	22,64
2	Gresik	91354,09	4251	21,49	73964,50	3797	19,48
3	Surabaya	91854,95	3282	27,99	115752,97	3947	29,33
4	Sidoarjo	26227,40	1210	21,68	152962,13	4464	34,27
5	Pasuruan	4635,55	234	19,81	34069,46	1269	26,85

Lampiran 22. *Service Level Inventory* Hasil Running Model Simulasi Perbaikan Ketiga Skenario 10

Soybean (Dalam Satuan Ton)					SBM (Dalam Satuan Ton)		
No	Tujuan Pengiriman	Jumlah Kedatangan SB	Total Kapasitas	rate pengiriman curah	Jumlah Kedatangan SBM	Total Kapasitas	rate pengiriman curah
1	Romo Margomulyo	848757,54	65400	2180,00	2059359,08	135330	2255,50
2	Gresik		95730	3191,00		69900	1165,00
3	Surabaya		65040	2168,00		66780	1113,00
4	Sidoarjo		9300	310,00		59820	997,00
5	Pasuruan		7720,00	257,33		8490	141,50
Service level sistem secara umum		29%	243190,00	8106,33	17%	340320,00	5672,00
Service level sistem target manajemen		54%			38%		

Lampiran 23. Waktu Siklus Truk Hasil Running Model Simulasi Perbaikan Ketiga Skenario 11

Soybean (Dalam Satuan Jam)					SBM (Dalam Satuan Jam)		
No	Tujuan Pengiriman	Total Waktu Siklus	Jumlah Truk	Rata-rata waktu siklus	Total Waktu Siklus	Jumlah Truk	Rata-rata waktu siklus
1	Romo Margomulyo	46853,51	2921	16,04	96150,89	4147	23,19
2	Gresik	91354,09	4151	22,01	73964,50	3697	20,01
3	Surabaya	91854,95	3182	28,87	115752,97	3847	30,09
4	Sidoarjo	26227,40	1110	23,63	152962,13	4364	35,05
5	Pasuruan	4635,55	234	19,81	34069,46	969	35,16

Lampiran 24. *Service Level Inventory* Hasil Running Model Simulasi Perbaikan Ketiga Skenario 11

Soybean (Dalam Satuan Ton)					SBM (Dalam Satuan Ton)		
No	Tujuan Pengiriman	Jumlah Kedatangan SB	Total Kapasitas	rate pengiriman curah	Jumlah Kedatangan SBM	Total Kapasitas	rate pengiriman curah
1	Romo Margomulyo	848757,54	65400	2180,00	2059359,08	135330	2255,50
2	Gresik		95730	3191,00		69900	1165,00
3	Surabaya		65040	2168,00		66780	1113,00
4	Sidoarjo		9300	310,00		59820	997,00
5	Pasuruan		7720,00	257,33		8490	141,50
Service level sistem secara umum		29%	243190,00	8106,33	17%	340320,00	5672,00
Service level sistem target manajemen		54%			38%		

Lampiran 25. Waktu Siklus Truk Hasil Running Model Simulasi Perbaikan Ketiga Skenario 11

Soybean (Dalam Satuan Jam)					SBM (Dalam Satuan Jam)		
No	Tujuan Pengiriman	Total Waktu Siklus	Jumlah Truk	Rata-rata waktu siklus	Total Waktu Siklus	Jumlah Truk	Rata-rata waktu siklus
1	Romo Margomulyo	46853,51	2821	16,61	96150,89	4047	23,76
2	Gresik	91354,09	4051	22,55	73964,50	3597	20,56
3	Surabaya	91854,95	3082	29,80	115752,97	3747	30,89
4	Sidoarjo	26227,40	1010	25,97	152962,13	4264	35,87
5	Pasuruan	4635,55	204	22,72	34069,46	1169	29,14

Lampiran 26. *Service Level Inventory* Hasil Running Model Simulasi Perbaikan Ketiga Skenario 12

Soybean					SBM		
No	Tujuan Pengiriman	Jumlah Kedatangan SB (Ton)	Total Kapasitas (Ton)	Rate Pengiriman Curah (Ton)	Jumlah Kedatangan SBM (Ton)	Total Kapasitas (Ton)	Rate Pengiriman Curah (Ton)
1	Romo Margomulyo	848757,54	65400	2180,00	2059359,08	135330	2255,50
2	Gresik		95730	3191,00		69900	1165,00
3	Surabaya		65040	2168,00		66780	1113,00
4	Sidoarjo		9300	310,00		59820	997,00
5	Pasuruan		7720,00	257,33		8490	141,50
<i>Service level</i> sistem secara umum		29%	243190,00	8106,33	17%	340320,00	5672,00
<i>Service level</i> sistem target manajemen		54%			38%		

BIOGRAFI PENULIS



Rizky Gian Pratama, itulah nama lengkap penulis, lahir di Tanjung pada tanggal 21 April 1996. Penulis merupakan anak pertama dari lima bersaudara dan berasal dari Sijunjung, sebuah desa kecil berjarak 160 KM dari Kota Padang, Sumatera Barat. Menempuh pendidikan di SDN 15 Tanjung, SMPN 2 Sijunjung, SMAN 1 Sijunjung dan pada tahun 2014 penulis melanjutkan studi Strata-1 di Departemen Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.

Selain belajar di bangku kuliah, selama menjadi mahasiswa penulis juga terlibat dalam beberapa kegiatan organisasi kemahasiswaan, riset penelitian, dan komunitas sosial. Beberapa organisasi yang pernah penulis ikuti yaitu Himpunan Mahasiswa Teknik Industri (HMTI) ITS, Masyarakat Studi Islam Ulul Ilmi, Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) ITS, Kepemanduan ITS, Ikatan Mahasiswa Minang Surabaya, dan Ikatan Alumni SMANSASI serta menjadi panitia pada beberapa kegiatan organisasi mahasiswa baik di dalam maupun di luar kampus. Kegiatan penelitian yang pernah dilakukan yaitu berupa kerja praktek dengan permasalahan yang diangkat yaitu evaluasi penyimpanan dan penanganan batubara menggunakan pendekatan *net present value* di PT Semen Padang, anggota tim penelitian mengenai analisis kebijakan perbaikan terminal menggunakan pendekatan sistem dinamik, dan sebagai delegasi dalam studi usaha kecil menengah di Kuala Lumpur, Malaysia. Penulis juga pernah terlibat dalam beberapa komunitas sosial diantaranya Peduli Sekitar, Berbagi bersama Indochito, Laskar Pahlawan, Gerakan Melukis Harapan, Advokasi Anak Negeri, dan pernah melakukan proyek sosial di Tokyo, Jepang bersama Kedutaan Besar Republik Indonesia.

Kritik dan saran penulis terima sebagai masukan untuk penelitian ini dan berkaitan dengan hal itu ataupun jika ada keperluan lain terkait penelitian ini bisa dihubungi melalui email penulis pada gianpratamasjj@gmail.com.